

**TUGAS AKHIR - KS 141501**

**PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK  
MEMPREDIKSI KUALITAS HASIL PRODUKSI GULA DI  
PT. PG RAJAWALI I SURABAYA**

**Birgitta Suprianggridwiagustin Kuspratiwi  
NRP 5211 100 032**

**Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**

FINAL PROJECT - KS 141501

***IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL NEURAL  
NETWORK TO PREDICTING QUALITY OF SUGAR IN  
PT. PG RAJAWALI I SURABAYA***

Birgitta Suprianggridwiagustin Kuspratiwi  
NRP 5211 100 032

Supervisor  
Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS  
Faculty of Information and Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS HASIL PRODUKSI GULA DI PT. PG RAJAWALI I SURABAYA**

#### **TUGAS AKHIR**

**DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA KOMPUTER  
PADA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**OLEH:**

**BIRGITTA SUPRIANGGRIDWIAGUSTIN KUSPRATIWI**  
**5211 100 032**

**Surabaya, Januari 2015**

**KETUA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI**



**Dr. Eng. Febriliana Samopa S.Kom, M.Kom**  
**NIP 19730219 199802 1 001**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS HASIL PRODUKSI GULA DI PT. PG RAJAWALI I SURABAYA

**TUGAS AKHIR**  
DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA KOMPUTER  
PADA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

OLEH:

**BIRGITTA SUPRIANGGRIDWIAGUSTIN KUSPRATIWI**  
**5211 100 032**

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 17 Maret 2015  
Periode Wisuda : September 2015

**Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom**

  
(Pembimbing)

**Radityo P.W, S.Kom, M.Kom**

  
(Penguji 1)

**Amalia Utamima, S.Kom, MBA**

  
(Penguji 2)

# **PENERAPAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS HASIL PRODUKSI GULA DI PT. PG RAJAWALI I SURABAYA**

**Nama Mahasiswa** : BIRGITTA S. KUSPRATIWI  
**NRP** : 5211 100 032  
**Jurusan** : Sistem Informasi FTIF-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom

## **ABSTRAK**

*Peningkatan kualitas gula nasional merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya saing gula nasional pada industri gula saat ini. Kualitas Gula Nasional yang dihasilkan harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) Gula Kristal Putih. Saat ini pengawasan dan pengujian kualitas gula belum efektif dan efisien karena begitu banyaknya jumlah parameter yang diamati untuk menganalisis kualitas gula, sedangkan pengamatan dan pengujian dilakukan pada setiap tahapan proses produksi, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit. Tidak adanya pengukuran kualitas gula juga mengakibatkan ketidakpastian kualitas gula yang dijual sehingga konsumen dikecewakan karena kualitas gula yang dibeli tidak selalu baik.*

*Oleh karena itu perlu dibangun sistem prediksi kualitas gula harian sehingga perusahaan dapat mengurangi waktu dan biaya untuk melakukan pengujian kualitas gula. Sistem prediksi kualitas gula harian pada tugas akhir ini dibangun dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan dengan arsitektur jaringan banyak lapisan (multilayer network) dan algoritma pembelajaran propagasi balik. Input jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah parameter proses produksi gula kristal putih pada 4 stasiun yaitu gilingan, penguapan, pemurnian, dan masakan. Output yang*

*dihasilkan pada jaringan syaraf tiruan adalah hasil warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB)*

*Hasil dari penelitian Tugas Akhir ini adalah hasil prediksi kualitas gula PT. PG Rajawali I, faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas gula kristal putih pada tahun 2014, dan rekomendasi perbaikan proses produksi ke depannya*

***Kata kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, Prediksi, Kualitas, Gula***

# **IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TO PREDICTING QUALITY OF SUGAR IN PT. PG RAJAWALI I SURABAYA**

**Student Name** : BIRGITTA S. KUSPRATIWI  
**NRP** : 5211 100 032  
**Department** : Sistem Informasi FTIF-ITS  
**Supervisor 1** : Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom

## **ABSTRACT**

*The improvement of national sugar quality is an effort to improve the competitiveness of the national sugar in the sugar industry today. Quality of the national sugar must comply with the national standard for plantation white sugar. Currently, sugar control and quality testing has not been effective and efficient because too many observation parameters number to analyze the quality of sugar, while the observations and tests performed at each stage of the production process, so it takes longer time and more cost. The absence of sugar quality's measurement impact is the uncertainty quality of sugar that have been sold and thus made consumers let down because the quality of the purchased sugar is not always good.*

*Therefore, it is necessary to build sugar quality daily prediction system so that companies can reduce the time and costs for testing the quality of sugar. Sugar quality daily prediction in this thesis is built by neural network algorithm with multilayer network and backpropagation learning algorithm. Production process parameter in four stations are being used to neural network name mill station, evaporation, purification, and cuisine. The output for neural network is color of sugar liquid (ICUMSA) and grain sugar size.*

*Final result of this thesis are the result of the prediction sugar quality in PT. PG. Rajawali I Surabaya, factors that affect the*

*decreasing of sugar quality in 2014, and recommendation for future improvement of the sugar production process.*

***Keywords: Neural Network, Prediction, Quality, Sugar***



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala petunjuk, pertolongan, kasih sayang dan kekuatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir, dengan judul **Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Kualitas Hasil Produksi Gula di PT. PG Rajawali I Surabaya**. Tugas akhir ini dibuat untuk menyelesaikan program studi S1 di Jurusan Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terima kasih tiada henti terucap untuk seluruh pihak yang sangat luar biasa dalam membantu penelitian ini, yaitu:

- Dosen Pembimbing, Wiwik Anggraeni S.Si, M.Kom, terima kasih atas segala bimbingan, ilmu serta motivasi yang sangat bermanfaat untuk penulis.
- Ketua Jurusan Sistem Informasi, Dr. Eng. Ferbriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom, yang telah menyediakan fasilitas terbaik untuk kebutuhan penelitian mahasiswa.
- Untuk Bapak Andi, selaku kepala bagian teknologi di PT. PG Rajawali Surabaya yang telah memberikan informasi dan pengetahuan yang sangat membantu penyelesaian tugas akhir ini.
- Untuk Bapak Okke selaku Kepala Bagian Quality Control dan seluruh karyawan PG. Rejo Agung Madiun yang telah memberikan informasi dan pengetahuan yang sangat membantu penyelesaian tugas akhir ini.
- Untuk semua pihak lainnya yang membantu penyelesaian tugas akhir ini dan belum dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembaca, terutama di bidang implementasi jaringan syaraf tiruan. Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi salah satu bentuk penerapan jaringan syaraf tiruan di bidang industri gula.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Gula Kristal Putih.....	9
2.1.1 Pengertian Gula Kristal Putih.....	9
2.1.2 Proses Produksi Gula Kristal Putih .....	10
2.1.3 Kualitas Gula Kristal Putih.....	16
2.2 Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan .....	17
2.2.1 Definisi .....	17
2.2.2 Arsitektur Jaringan .....	18
2.3 Propagasi Balik ( <i>Backpropagation</i> ) .....	21
2.3.1 Definisi .....	21
2.3.2 Algoritma Propagasi Balik .....	22
2.3.3 Learning Rate .....	25
2.3.4 Momentum .....	25
2.3.5 Fungsi Aktivasi.....	26
2.3.6 Normalisasi Data .....	26
2.4 Selang Kepercayaan Prediksi .....	27
<b>BAB III METODE Pengerjaan Tugas Akhir.....</b>	<b>29</b>
3.1 Studi Literatur.....	30

3.2	Persiapan dan Pengumpulan data .....	30
3.3	Perancangan Arsitektur Jaringan .....	30
3.4	Pelatihan Jaringan.....	31
3.5	Pengujian Jaringan.....	31
3.6	Analisis Hasil Prediksi Kualitas Gula .....	31
3.7	Rekomendasi Untuk Perusahaan .....	32
3.8	Penyusunan Buku Tugas Akhir .....	32
<b>BAB IV</b>	<b>PERANCANGAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Perancangan Sistem.....	33
4.1.1	Deskripsi Umum Sistem.....	33
4.1.2	Activity Diagram .....	33
4.2	Perancangan Data .....	38
4.2.1	Penentuan parameter uji .....	38
4.2.2	Penentuan parameter proses .....	39
4.2.3	Penentuan data pelatihan dan pengujian.....	42
4.3	Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	43
4.3.1.	Arsitektur JST untuk Prediksi ICUMSA.....	44
4.3.2	Arsitektur JST Untuk Prediksi BJB.....	47
<b>BAB V</b>	<b>IMPLEMENTASI .....</b>	<b>51</b>
5.1	Lingkungan Implementasi.....	51
5.2	Antarmuka dan <i>Source Code</i> Sistem .....	51
5.2.1	Proses Load File Excel .....	51
5.2.2	Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan .....	57
5.2.3	Proses Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan .....	66
5.2.4	Proses Penentuan Kualitas Gula .....	70
5.3	Uji Coba Aplikasi.....	73
5.3.1	Data Uji Coba.....	74
5.4.1	Uji Validasi Aplikasi .....	74
<b>BAB VI</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>79</b>
6.1.	Prediksi Warna Larutan (ICUMSA).....	79
6.2.	Prediksi Besar Jenis Butir (BJB) .....	83
6.3.	Penentuan Kualitas Gula Kristal Putih .....	87
6.4	Analisis Hasil Kualitas Gula PT. PG Rajawali I .....	90
7.2	Rekomendasi untuk Perusahaan .....	95

<b>BAB VII KESIMPULAN.....</b>	<b>97</b>
7.1 Kesimpulan.....	97
7.2 Saran.....	99
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN – A .....</b>	<b>A-1</b>
<b>LAMPIRAN – B .....</b>	<b>B-1</b>
<b>LAMPIRAN – C .....</b>	<b>C-1</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Gula Kristal Putih (SNI 3140.3:2010) ...	17
Tabel 4. 1 Parameter Uji yang digunakan .....	38
Tabel 4. 2 Kategori kualitas gula kristal putih.....	39
Tabel 4. 3 Standar Parameter Proses berdasarkan Pakar .....	41
Tabel 4. 4 Penentuan data pelatihan dan pengujian.....	42
Tabel 4. 5 Rancangan Arsitektur JST untuk Prediksi ICUMSA ..	44
Tabel 4. 6 Uji coba model JST untuk prediksi ICUMSA.....	46
Tabel 4. 7 Hasil uji coba model JST untuk prediksi ICUMSA ...	46
Tabel 4. 8 Model JST untuk prediksi ICUMSA .....	47
Tabel 4. 9 Rancangan JST untuk Prediksi BJB .....	48
Tabel 4. 10 Uji coba model JST untuk prediksi .....	49
Tabel 4. 11 Hasil Uji Coba Model JST untuk prediksi BJB.....	49
Tabel 4. 12 Model Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi BJB .....	50
Tabel 5. 1 Rancangan model JST peramalan pengunjung.....	75
Tabel 5. 2 Hasil Peramalan Jumlah Pengunjung Hongkong .....	76
Tabel 5. 3 Perbandingan Hasil MAPE.....	77
Tabel 6. 1 Hasil Prediksi Warna Larutan (ICUMSA) .....	80
Tabel 6. 2 Hasil Prediksi Besar Jenis Butir (BJB).....	84
Tabel 6. 3 Kategori kualitas gula.....	87
Tabel 6. 4 Perbandingan kategori data asli dan hasil prediksi.....	90
Tabel 6. 5 Kesesuaian standar parameter proses tiap stasiun .....	91

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Pemerahan Nira .....	13
Gambar 2. 2 Diagram Alir Proses Pemurnian Nira .....	14
Gambar 2. 3 Diagram alir proses penguapan nira .....	15
Gambar 2. 4 Diagram Alir Proses Kristalisasi .....	15
Gambar 2. 5 Jaringan Syaraf Tiruan Lapisan Tunggal.....	19
Gambar 2. 6 Jaringan Syaraf Tiruan Banyak Lapisan.....	20
Gambar 2. 7 Jaringan Syaraf Kompetitif.....	21
Gambar 2. 8 Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik .....	22
Gambar 3. 1 Metode Pengerjaan Tugas Akhir .....	29
Gambar 4. 1 Activity Diagram Proses Training .....	34
Gambar 4. 2 Format Sheet Excel.....	35
Gambar 4. 3 Format header dan file excel.....	35
Gambar 4. 4 Activity Diagram Penentuan Kualitas Gula .....	36
Gambar 4. 5 Format sheet penentuan kualitas gula .....	37
Gambar 4. 6 Format header penentuan kualitas gula .....	37
Gambar 4. 7 Parameter proses untuk prediksi ICUMSA .....	40
Gambar 4. 8 Paramater Proses untuk prediksi BJB.....	40
Gambar 5. 1 Antarmuka Load File Excel.....	52
Gambar 5. 2 Window Pencari File .....	53
Gambar 5. 3 Kode Program Mendapatkan Alamat File .....	54
Gambar 5. 4 Kode Program Baca File Excel.....	55
Gambar 5. 5 Kode Progran Controller Load File Excel .....	57
Gambar 5. 6 Antarmuka Jaringan Syaraf Tiruan.....	58
Gambar 5. 7 Panel Daftar Variabel .....	58
Gambar 5. 8 Panel Parameter JST .....	59
Gambar 5. 9 Grafik Output Pembelajaran JST .....	59
Gambar 5. 10 Grafik Error Pembelajaran JST .....	60
Gambar 5. 11 Method setLayer kelas ModelPrediksiNN.....	61
Gambar 5. 12 Kode program Normalisasi.java .....	63
Gambar 5. 13 Kode Program PrediksiNNController.java .....	64
Gambar 5. 14 Kode Program Inisialisasi Proses Training.....	64
Gambar 5. 15 Kode Program PrediksiNNController.java .....	65
Gambar 5. 16 Antarmuka Proses Testing -.....	66



Gambar 5. 17 Antarmuka Proses Testing – MAPE .....	66
Gambar 5. 18 Kode Program ModelPrediksiNN.java .....	69
Gambar 5. 19 Kode Program untuk Pengujian.....	70
Gambar 5. 20 View Proses Penentuan Kualitas Gula.....	70
Gambar 5. 21 Model proses penentuan kualitas gula .....	71
Gambar 5. 22 Kode program getFilePath .....	72
Gambar 5. 23 Kode Program Penentuan Kualitas Gula .....	73
Gambar 5. 24 Grafik Jumlah pengunjung Hongkong.....	74
Gambar 5. 25 Grafik Pembelajaran Peramalan Pengunjung .....	76
Gambar 5. 26 Grafik Error Pembelajaran Peramalan pengunjung	76
Gambar 5. 27 Perbandingan Hasil Ramalan dan Data Aktual.....	77
Gambar 5. 28 Perbandingan Hasil Ramalan.....	78
Gambar 6. 1 Grafik Output Pembelajaran (Prediksi ICUMSA) ..	79
Gambar 6. 2 Grafik Error Pembelajaran (Prediksi ICUMSA).....	80
Gambar 6. 3 Grafik perbandingan data aktual & hasil prediksi ..	82
Gambar 6. 4 Perbandingan pesimis,optimis,hasil prediksi .....	82
Gambar 6. 5 Perbandingan mostlikely dengan hasil prediksi.....	83
Gambar 6. 6 Grafik Output Pembelajaran Neural Network .....	83
Gambar 6. 7 Grafik Error Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan	84
Gambar 6. 8 Perbandingan data aktual & hasil prediksi BJB.....	86
Gambar 6. 9 Perbandingan pesimis, optimis & hasil prediksi.....	86
Gambar 6. 10 Perbandingan nilai mostlikely & hasil prediksi.....	87

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan pengerjaan tugas akhir ini, yang meliputi latar belakang, rumusan permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian hingga manfaat yang diperoleh dari penelitian ini

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Industri gula di Indonesia saat ini kian merosot baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Pada tahun 2013 produksi gula Indonesia hanya 2,55 juta ton [1] Hal ini tidak sebanding dengan tingginya permintaan gula dalam negeri, sehingga Indonesia perlu mengimpor gula setiap tahunnya. Pada tahun 2012, impor gula mencapai 2,53 juta ton [2]. Hal ini meningkat jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya yaitu sebesar 2,43 juta ton [2]. Peningkatan impor gula ini semakin menambah permasalahan industri gula nasional dikarenakan harga gula impor jauh lebih murah daripada gula lokal dan kualitas gula impor juga lebih baik dari sisi warna maupun kadar International Commission for Uniform Method of Sugar Analysis (ICUMSA). Kadar gula dalam tebu (rendemen) Indonesia hanya pada level 7% [1], dan kadar ICUMSA mencapai 250 [3], hal ini sangat jauh dibandingkan dengan kualitas gula impor. Konsumen lebih memilih gula impor dengan kualitas warna yang lebih putih dan harga yang lebih murah dibandingkan dengan gula produksi dalam negeri. [3]

Pemenuhan kebutuhan gula dalam negeri baik dari segi kuantitas maupun kualitas menjadi tantangan besar industri gula Indonesia. Dari sisi kuantitas, industri gula ditantang untuk dapat memenuhi kebutuhan gula dalam negeri, baik sektor rumah tangga maupun industri yang jumlahnya terus meningkat setiap tahunnya. Dari sisi kualitas, gula yang dihasilkan harus mampu memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah disusun oleh Desperindag dan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) sebagai

syarat mutu gula kristal putih yang mulai diberlakukan sejak tahun 2010.

Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) Pasuruan, Jawa Timur rendahnya kualitas gula nasional disebabkan oleh tingkat efisiensi pabrik gula yang diukur dengan overall recovery (OR) rata-rata kurang dari 80%, padahal nilai standar internasional OR minimal 86% [4]. Salah satu penyebabnya adalah pengawasan dan pengujian kualitas gula yang belum efektif dan efisien, hal ini terjadi dikarenakan begitu banyaknya jumlah parameter yang diamati untuk menganalisis kualitas gula, karena pengamatan dan pengujian dilakukan pada setiap tahapan proses produksi. Selain itu, untuk menguji kualitas gula yang dihasilkan, perusahaan gula perlu mengirimkan sample produk ke Laboratorium Pengujian Mutu Gula dan Bahan Pembantu Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (LPMGBP-P3GI) di Pasuruan-Jawa Timur, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit, sehingga perusahaan tidak dapat segera melakukan tindakan perbaikan dengan cepat.

PT. PG Rajawali I sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di industri gula juga mengalami kendala dalam menentukan kualitas hasil produksi gula harian. Penilaian kualitas gula membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit sehingga perusahaan tidak menilai kualitas gula. Tidak adanya pengukuran kualitas gula berakibat pada ketidakpastian kualitas gula yang dikirimkan ke konsumen. Akibatnya, seringkali perusahaan mendapatkan kritik dari konsumen dikarenakan gula yang dikirimkan tidak berkualitas baik. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memprediksi kualitas gula harian yang bermanfaat untuk mengurangi waktu dan biaya pengujian kualitas gula. Apabila kualitas gula diketahui, PT. PG Rajawali I dapat lebih mudah mengontrol kualitas gula yang dihasilkan per harinya, sehingga kualitas gula terjaga. Selain itu, perusahaan dapat mengetahui faktor-faktor produksi yang menyebabkan kualitas gula menurun sehingga dapat menjadi bahan evaluasi perusahaan untuk meningkatkan kualitas produksi dan dapat

segera melakukan tindakan perbaikan pada proses apabila terjadi permasalahan.

Debska & B.Guzowka-Swider (2011) melakukan penelitian prediksi kualitas minuman dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Kualitas minuman dikategorikan menjadi tiga kelas yang berbeda yaitu baik, rata-rata dan buruk berdasarkan parameter kualitas yang sudah ditentukan. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa jaringan syaraf tiruan memberikan tingkat akurasi yang tinggi baik saat pembelajaran jaringan, validasi maupun pengujian jaringan yaitu sebesar 100% [5]. Olunloyo, Ibidapo, & Dinrifo (2011) juga menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi kualitas cocoa beans [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukan 95% prediksi yang dihasilkan benar. Pengaplikasian Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi kualitas juga dilakukan di bidang perairan [7]. Nilai rata-rata kesalahan prediksi (average error rate) yang dihasilkan pada penelitian tersebut cukup rendah yaitu 2,90%, dengan nilai maksimum 12,55% dan minimum pada 0,038%. Jika dibandingkan dengan model statistika lainnya yaitu Multiple Linear Regression, Jaringan Syaraf Tiruan memberikan hasil yang lebih baik, dengan nilai mean absolute percentage error (MAPE) lebih rendah yaitu sebesar 1,49% untuk data pelatihan dan 3,06% untuk data pelatihan. Sedangkan nilai MAPE yang dihasilkan MLR adalah 7,31% [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis ingin memberikan solusi kepada PT. PG Rajawali untuk memprediksi kualitas gula dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan. Prediksi kualitas gula ini didasarkan pada kategori kualitas SNI 2008 dengan 2 kategori kualitas yaitu GKP 1 dan GKP 2. Algoritma jaringan syaraf tiruan dipilih karena dapat diaplikasikan untuk memprediksi dan mengklasifikasikan ke beberapa kategori [9] dan telah terbukti mampu memprediksi kualitas pada penelitian seperti yang telah dijelaskan di paragraf sebelumnya. Dengan adanya penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat membantu PT. PG Rajawali I dalam memprediksi kualitas gula hariannya. Selain itu,

penelitian Tugas Akhir ini juga memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi PT. PG Rajawali I melalui analisis faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas produksi PT. PG Rajawali I di tahun 2014.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya (subbab 1.1), rumusan masalah yang akan diselesaikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil prediksi kualitas gula dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan?
2. Apa faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas gula di PT. PG Rajawali I pada tahun 2014?
3. Apa rekomendasi perbaikan proses produksi gula pada periode musim giling berikutnya?
4. Model jaringan syaraf tiruan seperti apa yang tepat untuk memprediksi kualitas hasil produksi gula PT. PG Rajawali I Surabaya?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Prediksi kualitas gula pada penelitian ini dikhususkan untuk jenis gula kristal putih, pada satu pabrik gula milik PT. PG Rajawali I yaitu PG. Rejo Agung Baru, Madiun.
2. Data yang digunakan adalah data parameter proses produksi harian gula kristal putih pada PG. Rejo Agung Baru pada tahun 2014 yang meliputi 149 hari giling.

3. Analisis faktor produksi dan rekomendasi perbaikan didasarkan oleh pengamatan data pengujian jaringan syaraf tiruan.
4. Algoritma pembelajaran yang digunakan pada Jaringan Syaraf Tiruan adalah propagasi balik.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil prediksi kualitas gula PT. PG Rajawali I dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan
2. Mengetahui faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas gula di PT. PG Rajawali I pada tahun 2014.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi gula untuk meningkatkan kualitas hasil produksi pada periode musim giling berikutnya.
4. Mengetahui model jaringan syaraf tiruan yang tepat untuk memprediksi kualitas hasil produksi gula PT. PG Rajawali I Surabaya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah dapat membantu PT. PG Rajawali I dalam menentukan kualitas hasil produksi gula harian dengan lebih efisien. Selain itu, PT. PG Rajawali I juga dapat mengetahui faktor-faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas sehingga dapat menjadi masukan untuk perbaikan proses produksi ke depannya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan permasalahan, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan dalam buku penelitian.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tinjauan pustaka atau literatur yang digunakan dalam penelitian ini. Literatur yang digunakan adalah pengertian, syarat mutu gula kristal putih, proses produksi gula kristal putih, algoritma jaringan syaraf tiruan, learning rate, momentum, fungsi aktivasi, normalisasi data dan selang kepercayaan.

### BAB III METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini membahas metode pengerjaan tugas akhir yang menentukan langkah-langkah yang dilakukan dalam tugas akhir ini untuk mencapai tujuan tugas akhir yang telah ditetapkan.

### BAB IV PERANCANGAN

Bab ini membahas perancangan tugas akhir ini yang terdiri dari perancangan sistem prediksi kualitas gula kristal putih, perancangan data, dan perancangan model algoritma jaringan syaraf tiruan.

### BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini membahas implementasi pembangunan sistem prediksi kualitas gula kristal putih yang terdiri dari antarmukan dan *source code* sistem prediksi kualitas gula kristal putih.

## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan masalah yang telah didefinisikan pada bab sebelumnya terkait penerapan jaringan syaraf tiruan untuk prediksi kualitas gula di PT. PG Rajawali I Surabaya.

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan pengerjaan tugas akhir ini, serta saran perbaikan untuk penelitian berikutnya, agar kualitas dari penelitian dapat terus meningkat.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan menjelaskan menjelaskan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan tugas akhir. Tinjauan pustaka ini berisi teori-teori terkait yang bersumber dari buku, jurnal, artikel, maupun tugas akhir terdahulu. Teori yang penulis gunakan adalah teori mengenai pengertian, standar mutu, dan proses produksi gula kristal putih, serta algoritma jaringan syaraf tiruan.

#### **1.1 Gula Kristal Putih**

##### **1.1.1 Pengertian Gula Kristal Putih**

Gula yang paling umum diproduksi di dunia adalah gula kristal mentah (*raw sugar*) , gula kristal putih (*plantation white*) dan gula kristal rafinasi (*white sugar*). Gula putih yang dikenal sebagai gula meja di dunia adalah gula kristal rafinasi. Namun, di Indonesia, gula yang paling banyak dikonsumsi adalah gula kristal putih atau *plantation white* [10]. Ketiga jenis gula tersebut mencerminkan kualitas yang berbeda. Kualitas gula dapat dilihat melalui warna ketiga jenis gula tersebut. Gula kristal mentah berwarna paling coklat sedangkan gula kristal rafinasi berwarna paling putih [10].

Proses pembuatan gula kristal umumnya meliputi 5 tahapan yaitu, ekstraksi, penyaringan, pengentalan, pengkristalan dan penyimpanan hasil produksi. Tahapan produksi yang paling membedakan ketiga jenis gula tersebut adalah proses penyaringan dan pemurniannya. Semakin sederhana proses penyaringan dan pemurnian gula, maka makin coklat warna gula yang dihasilkan [10].

Gula kristal putih atau *plantation white sugar* merupakan gula yang dibuat dari nira tebu dengan proses pembuatan yang hampir sama dengan gula kristal mentah, namun berbeda pada proses penyaringan dan pemurniannya. Gula kristal putih

dihasilkan dari proses penyaringan afinasi, karbonitasi dan sulfitasi sehingga menghasilkan gula dengan warna yang cukup putih meski tidak seputih gula kristal rafinasi namun layak untuk dikonsumsi [11]

### **1.1.2 Proses Produksi Gula Kristal Putih**

Proses produksi gula kristal putih pada umumnya melalui tujuh tahapan yaitu pemanenan tebu, ekstraksi nira tebu, pengendapan kotoran, evaporasi, kristalisasi, penyimpanan dan pemurnian. [12]. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai masing-masing tahapan produksi Gula Kristal Putih [12]:

#### **1. Pemanenan**

Pada proses pemanenan tebu ini, tebu dipotong di bagian atas permukaan tanah, dedaunan hijau di bagian atas dihilangkan dan batang-batang tebu yang sudah dipanen diikat menjadi satu. Potongan –potongan batang tebu yang telah diikat tersebut kemudian dibawa dari areal perkebunan menuju ke pabrik untuk digiling menggunakan pengangkut-pengangkut kecil kemudian diangkut lebih lanjut dengan kendaraan yang lebih besar yaitu dengan menggunakan lori tebu.

#### **2. Ekstraksi**

Tahapan pertama untuk mengolah tebu adalah ekstraksi nira tebu. Di kebanyakan pabrik, tebu dihancurkan dengan menggunakan penggiling putar yang berukuran besar. Cairan tebu manis dikeluarkan dan serat tebu dipisahkan, selanjutnya digunakan mesin pemanas (*boiler*). Ekstraksi nira tebu yang dihasilkan berupa cairan kotor yang terdiri dari gula, sisa tanah dari lahan, serat-serat berukuran kecil dan ekstrak dari daun dan kulit tanaman.

Cairan hasil ekstraksi nira tersebut mengandung sekitar 15% gula dan serat residu yang mengandung 1-2%

gula, 50% air serta pasir dan batu-batu kecil dari lahan yang dihitung sebagai abu.

3. Pengendapan kotoran dengan kapur (*Liming*)

Langkah selanjutnya adalah membersihkan cairan ekstraksi nira dengan menggunakan kapur yang akan mengendapkan kotoran yang ada pada cairan. Kotoran yang diendapkan nantinya akan dikirim kembali ke lahan. Proses pembersihan ekstraksi nira ini dinamakan *Liming*.

Cairan yang telah diberi kapur tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tangki penjernih yang biasa disebut *clarifier*. Cairan mengalir melalui *clarifier* dengan kelajuan yang rendah sehingga padatan dapat mengendap dan menghasilkan cairan yang jernih.

4. Evaporasi

Proses selanjutnya adalah proses penguapan/evaporasi. Pada proses ini cairan hasil proses *Liming* dikentalkan menjadi sirup dengan menggunakan uap panas. Cairan yang dihasilkan hanya mengandung 15% gula tetapi cairan (*liquor*) gula jenuh memiliki kandungan gula hingga 80%,

5. Kristalisasi

Proses selanjutnya adalah proses kristalisasi. Pembentukan kristal diawali dengan mencampurkan sejumlah kristal ke dalam sirup hasil evaporasi yang dididihkan. Setelah kristal terbentuk, kristal yang dihasilkan dan larutan induk (*mother liquor*) diputar dalam alat sentrifugasi untuk memisahkan keduanya. Kristal-kristal yang telah terbentuk kemudian dikeringkan dengan udara panas sebelum disimpan.

6. Penyimpanan

Gula kasar yang dihasilkan akan membentuk gunungan berwarna coklat selama penyimpanan. Gula

ini sudah dapat digunakan, tetapi karena kotor dalam penyimpanan dan memiliki rasa yang berbeda, gula ini tidak dikonsumsi oleh masyarakat. Oleh karena itu, gula kasar atau *raw sugar* ini biasanya dimurnikan lebih lanjut untuk menjadi gula kristal putih atau gula rafinasi

Gula kristal putih dihasilkan dari proses penyaringan yang mencakup afinasi, karbonasi, dan sulfitasi/fosfatasi [10] . Tahap pemurnian gula kasar sehingga menghasilkan gula kristal putih adalah sebagai berikut [12] :

1. Proses Afinasi

Proses afinasi adalah proses pelunakan dan pembersihan lapisan cairan induk yang melapisi permukaan kristal. Caranya adalah mencampurkan gula kasar dengan sirup kental hangat dengan kemurnian sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan sirup sehingga tidak melarutkan kristal, tetapi hanya sekeliling cairan (coklat). Hasil campuran tersebut kemudian dilakukan proses sentrifugasi untuk memisahkan kristal dari sirup sehingga kotoran dapat dipisahkan dari gula dan menghasilkan kristal yang siap untuk dilarutkan sebelum dimurnikan berikutnya (karbonatasi)

2. Proses Karbonatasi

Proses karbonatasi ini bertujuan untuk membersihkan cairan dari berbagai padatan yang menyebabkan cairan gula keruh. Pada tahap ini beberapa komponen warna juga akan hilang. Proses karbonatasi dilakukan dengan menambahkan kapur (kalsium hidroksida,  $\text{Ca(OH)}_2$ ) ke dalam cairan dan mengalirkan gelembung gas  $\text{CO}_2$  ke dalam campuran tersebut. Gas  $\text{CO}_2$  tersebut akan bereaksi dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  membentuk partikel-partikel kristal halus berupa kalsium karbonat yang menggabungkan berbagai padatan sehingga mudah untuk dipisahkan. Gabungan berbagai padatan tersebut kemudian disaring

dengan *clarifier* dan cairan gula tersebut menjadi lebih jernih.

### 3. Proses Fosfatasi

Proses Fosfatasi ini sama dengan Karbonatasi namun yang terjadi adalah pembentukan fosfat bukan karbonat. Fosfatasi sedikit lebih kompleks, dengan menambahkan asam fosfat ke cairan setelah proses *liming*.

PT. PG Rajawali I menggunakan proses sulfitasi untuk memproduksi gula. Secara umum proses produksi di PT. PG Rajawali I adalah sebagai berikut [13]:

1. Emplasmment
2. Stasiun Ketel (Boiler)
3. Stasiun Listrik/Semtral
4. Stasiun Gilingan

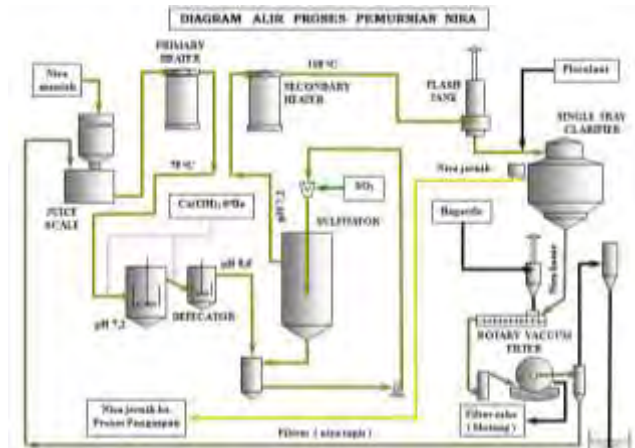
Stasiun gilingan merupakan tempat berlangsungnya proses pemerahan nira, berikut merupakan diagram alir proses pemerahan nira :



**Gambar 2. 1 Diagram Alir Pemerahan Nira [13]**

### 5. Stasiun Pemurnian

Stasiun pemurnian merupakan tempat berlangsungnya proses pemurnian nira mentah dari stasiun gilingan menjadi nira jernih



Gambar 2. 2 Diagram Alir Proses Pemurnian Nira [13]

### 6. Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan merupakan tempat berlangsungnya proses penguapan nira jernih dari stasiun pemurnian menjadi nira kental.





8. Stasiun Puteran
9. Stasiun Penyelesaian dan Pengemasan
10. Unit Pengolah Limbah (UPL)

Masing-masing stasiun memiliki fungsi dan tugas tersendiri, namun merupakan kesatuan yang berkaitan sehingga berbagai aspek operasional yang ada pada tiap stasiun harus dipahami sehingga perusahaan selalu melakukan pengendalian dan pengawasan pada tiap proses yang ada pada PT. PG Rajawali I.

### **2.1.3 Kualitas Gula Kristal Putih**

Untuk meningkatkan kualitas gula nasional, Desperindag dan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) merumuskan Standar Nasional Indonesia Gula Kristal putih. Standar yang digunakan adalah SNI 3140.3:2010. Standar ini merupakan revisi dari standar sebelumnya yaitu SNI 01-3140-2001. Standar ini dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan perlindungan dan acuan bagi pelaku usaha, konsumen serta masyarakat untuk menghasilkan produk yang bermutu dan aman untuk dikonsumsi [11].

Dalam SNI 3140.3:2010, gula kristal putih dibagi menjadi 2 kategori berdasarkan kualitasnya, yaitu GKP 1 dan GKP 2. Perbandingan kualitas antara GKP 1 dan GKP 2 dibedakan berdasarkan 7 parameter uji yaitu warna, besar jenis butir, susut pengeringan, polarisasi, abu konduktiviti, bahan tambahan pangan dan cemaran logam. Syarat mutu gula kristal putih berdasarkan SNI 3140.3:2010 dijelaskan pada Tabel 2.1 di bawah ini [11]

**Tabel 2. 1 Syarat Mutu Gula Kristal Putih (SNI 3140.3:2010)**

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKP 1	GKP 2
1	Warna			
	Warna kristal	CT	4,0 - 7,5	7,6 - 10,0
	Warna larutan (ICUMSA)	IU	81 - 200	201 - 300
2	Besar jenis butir	mm	0,8 - 1,2	0,8 - 1,2
3	Susut pengeringan (b/b)	%	maks 0,1	maks 0,1
4	Polarisasi	"Z"	min 99,6	min 99,5
5	Abu konduktiviti (b/b)	%	maks 0,10	maks 0,15
6	Bahan tambahan pangan			
	Belerang dioksida	mg/kg	maks 30	maks 30
7	Cemaran logam			
	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 2	maks 2
	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 2	maks 2
	Arsen (As)	mg/kg	maks 1	maks 1

## 2.2. Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan

### 2.2.1. Definisi

Jaringan Syaraf Tiruan ditemukan pertama kali oleh Waren McCulloh dan Walter Pits pada tahun 1943. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sebuah paradigma pemrosesan suatu informasi yang dibuat berdasarkan sistem sel syaraf biologi, dan dibuat sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Jaringan Syaraf Tiruan, belajar dari suatu contoh, seperti manusia. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran [14]. Beberapa definisi mengenai jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut

- Menurut Haykin (1994) Jaringan syaraf adalah sebuah prosesor yang terdistribusi paralel dan

mempunyai kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkan dari pengalaman dan membuatnya tetap tersedia untuk digunakan. Hal ini menyerupai kerja otak dalam dua hal yaitu pengetahuan diperoleh oleh jaringan melalui suatu proses belajar dan kekuatan hubungan antar sel syaraf yang dikenal dengan bobot sinapsis digunakan untuk menyimpan pengetahuan [15]

- Zurada (1992) mendefinisikan jaringan syaraf tiruan sebagai sistem selular fisik yang dapat memperoleh, menyimpan, dan menggunakan pengetahuan yang didapatkan dari pengalaman [16]

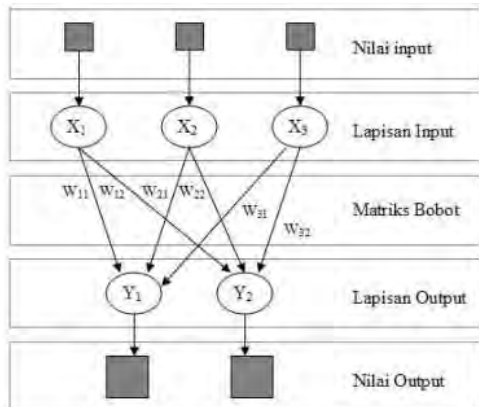
### 2.2.2. Arsitektur Jaringan

Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari neuron-neuron yang dikelompokkan dalam lapisan-lapisan. Umumnya, neuron-neuron yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu neuron adalah fungsi aktivasi dan pola bobotnya. Pada setiap lapisan yang sama, neuron-neuron akan memiliki fungsi aktivasi yang sama. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan adalah sebagai berikut [17]:

#### 1. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari satu lapisan *input* dan 1 lapisan *output*. Setiap neuron/unit yang terdapat dalam lapisan *input* selalu terhubung dengan setiap neuron yang terdapat pada layer output. Jaringan ini hanya menerima output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yaitu : ADALINE, Hopfield, Perceptron.

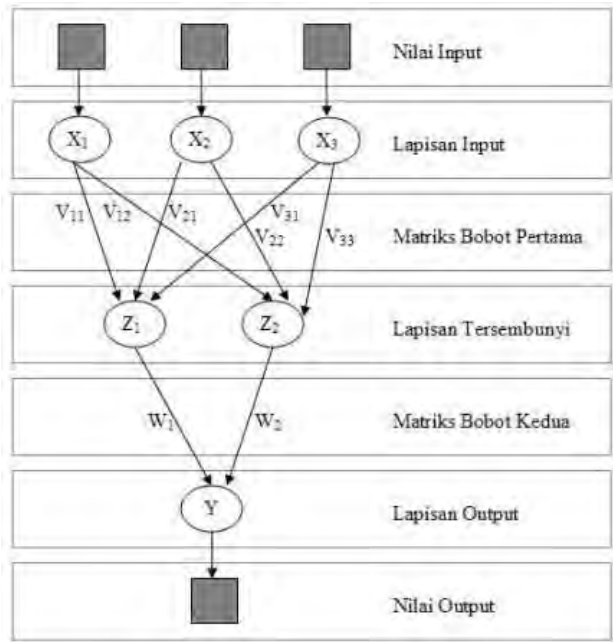
Ilustrasi Jaringan Lapisan Tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut :



**Gambar 2. 5 Jaringan Syaraf Tiruan Lapisan Tunggal [18]**

## 2. Jaringan Banyak Lapisan (*Multilayer Network*)

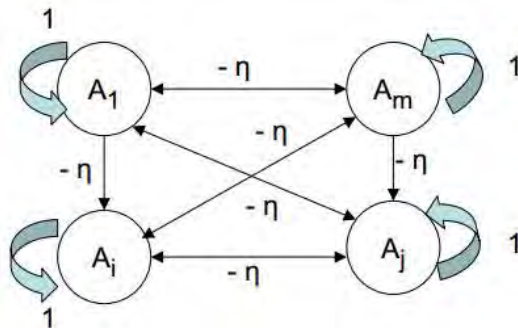
Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis lapisan, yaitu lapisan *input*, *output*, dan lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cukup lama. Contoh algoritma jaringan syaraf yang menggunakan metode ini yaitu : *MADALINE*, *backpropagation*, *neocognitron*. Ilustrasi mengenai jaringan banyak lapisan dapat dilihat pada Gambar 2.6



**Gambar 2. 6 Jaringan Syaraf Tiruan Banyak Lapisan [18]**

### 3. Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer*)

Pada jaringan ini sekumpulan *neuron* bersaing untuk diaktifkan. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah LVQ. Ilustrasi mengenai jaringan lapisan kompetitif dapat dilihat pada Gambar 2.7, seperti berikut :

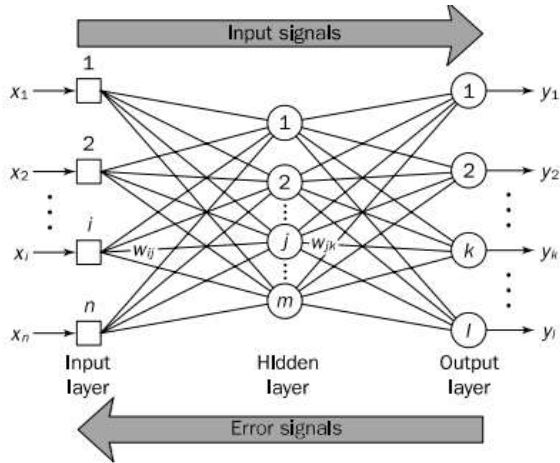


Gambar 2. 7 Jaringan Syaraf Kompetitif [18]

## 2.3. Propagasi Balik (*Backpropagation*)

### 2.3.1. Definisi

Propagasi Balik atau *backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada *hidden layer*. Algoritma propagasi balik menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan nilai *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat dideferensiasikan, seperti *sigmoid*. Gambaran mengenai algoritma propagasi balik ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik [18]

### 2.3.2. Algoritma Propagasi Balik

Algoritma propagasi balik merupakan pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk klasifikasi atau prediksi. Tahapan dapat dijelaskan melalui beberapa tahapan berikut :

1. Inisialisasi bobot dengan bilangan nilai acak kecil dengan jarak nilai  $[-0,5,0,5]$  [19]
2. Tetapkan nilai maksimum *Epoch*, Target *Error*, dan *Learning Rate* ( $\alpha$ )
3. Inisialisasi *Epoch* = 0
4. Selama (*Epoch* < Maksimum *Epoch*) dan (Sum *Squared Error* (SSE) > Target *Error*), maka dikerjakan langkah-langkah berikut :
  - a)  $Epoch = Epoch + 1$ .....(2.1)
  - b) Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, maka akan dilakukan metode umpan maju (*feedforward*)

- **Umpan Maju (*Feedforward*)**

Beberapa langkah untuk metode umpan maju (*feedforward*) adalah sebagai berikut [20]

1. Tiap-tiap unit input ( $X_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) menerima sinyal  $x_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (*hidden layer*)
2. Tiap – tiap unit pada suatu *hidden layer* ( $Z_i$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input berbobot :

$$Z\_in_j = b_{ij} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk menghitung sinyal outputnya digunakan fungsi aktivasi :  $z_j = f(z\_in_j)$  dan sinyal tersebut kemudian dikirimkan ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output). Langkah ini dilakukan sebanyak jumlah *hidden layer*.

3. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$Y\_in = b_{2k} + \sum_{i=1}^n z_i w_{ij} \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk menghitung sinyal outputnya digunakan fungsi aktivasi :  $y_k = f(y\_in_k)$  dan sinyal tersebut kemudian dikirimkan ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output). Fungsi aktivasi yang biasanya digunakan adalah fungsi aktivasi sigmoid. Nilai fungsi aktivasi berkisar antara 0 hingga 1 untuk berbagai input.

- **Umpan mundur (*Feedbackward*)**

Beberapa langkah untuk metode propagasi balik (*backpropagation*) adalah sebagai berikut [20]:

4. Tiap – tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi *error*nya



$$\delta_{2k} = (t_k - y_k)f'(y_{in_k}). \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\varphi_{2k} = \delta_k - z_j \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\beta_{2k} = \delta_k \dots\dots\dots (2.6)$$

Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$

$$\Delta w_{jk} = \alpha \varphi_{jk} \dots\dots\dots (2.7)$$

Kemudian menghitung koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta_k \dots\dots\dots(2.8)$$

Langkah ke 4 ini dilakukan sebanyak jumlah *hidden layer*, yaitu menghitung informasi *error* dari suatu *hidden layer* ke *hidden layer* sebelumnya.

5. Tiap – tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) :

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \dots\dots\dots (2.9)$$

Kemudian nilai ini dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error*:

$$\delta_{ij} = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\varphi_{1ij} =$$

$$\delta_j x_j \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\beta_{ij} = \delta_{1j} \dots\dots\dots (2.12)$$

Kemudian menghitung koreksi bobot yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$  :

$$\Delta v_{ij} = \alpha \varphi_{1ij} \dots \dots \dots (2.13)$$

Kemudian menghitung koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b_{1j}$  :

$$\Delta b_{1j} = \alpha \varphi_{1j} \dots \dots \dots (2.14)$$

6. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i = 0, 1, 2, 3, \dots, p$ ) :

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$b_{2k}(\text{baru}) = b_{2k}(\text{lama}) + \Delta b_{2k} \dots \dots \dots (2.16)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ ) :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \dots \dots \dots (2.17)$$

$$b_{ij}(\text{baru}) = b_{ij}(\text{lama}) + \Delta b_{ij} \dots \dots \dots (2.18)$$

7. Uji syarat berhenti

### 2.3.3. Learning Rate

Jaringan Syaraf Tiruan propagasi balik belajar menggunakan turunan gradien untuk mencari satu set bobot yang sesuai dengan data pelatihan sehingga dapat meminimalkan jarak antara prediksi dan nilai target. *Learning rate* membantu sistem agar dapat beradaptasi dengan perubahan jika target yang ditentukan tidak tercapai. Rentang learning rate yang digunakan antara 0,0 – 1,0 [21].

### 2.3.4. Momentum

Momentum merupakan salah satu parameter yang berfungsi untuk mempercepat pencarian nilai bobot dan memastikan proses penyesuaian bobot tetap sama untuk

menemukan *error* minimal secara keseluruhan. Nilai momentum berkisar antara 0.5 sampai dengan 0.9 [22].

### 2.3.5. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi digunakan untuk membangkitkan neuron sehingga *neuron* pada setiap *layer* dapat menghasilkan suatu nilai keluaran. Dalam kaitannya dengan prediksi, suatu fungsi aktivasi akan memberikan nilai prediksi yang merupakan hasil dari perhitungan yang dikenakan pada semua neuron dalam jaringan [23]. Fungsi aktivasi berfungsi untuk membatasi rentang nilai keluaran dari jaringan, beberapa tipe fungsi aktivasi adalah sebagai berikut :

- Unipolar sigmoid

Fungsi aktivasi ini baik digunakan pada jaringan syaraf tiruan beralgoritma propagasi balik dengan rentang 0 sampai 1 sehingga tidak disarankan menggunakan fungsi aktivasi ini jika keluaran yang dihasilkan negatif.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots(2.19)$$

- Bipolar Sigmoid

Fungsi aktivasi bipolar sigmoid merupakan pengembangan dari fungsi aktivasi *unipolar sigmoid*, dengan perbedaan rentang yang digunakan yaitu dari -1 sampai dengan 1.

$$f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots(2.20)$$

### 2.3.6. Normalisasi Data

Setiap nilai *input node* pada *input layer* harus bernilai antara 0 sampai 1 [24]. Oleh karena itu perlu adanya proses *preprocessing data* berupa normalisasi data. Umumnya normalisasi data yang sering digunakan ada 2 yaitu normalisasi min-max dan normalisasi berbasis *mean* dan standar deviasi.

- Rumus normalisasi min-max

$$(Ba - Bb) * \frac{nilai_{astl} - nilai_{min}}{nilai_{max} - nilai_{min}} + Bb \dots\dots\dots(2.21)$$

- Rumus normalisasi berbasis mean dan standar deviasi

$$\frac{nilai_{astl} - \overline{nilai}}{\sigma_{nilai}} \dots\dots\dots(2.22)$$

$\overline{nilai}$  = rata-rata seluruh nilai

$\sigma_{nilai}$  = standar deviasi dari seluruh nilai.

## 2.4. Selang Kepercayaan Prediksi

Suatu prediksi memiliki nilai-nilai yang dapat menjadi suatu bahan pendukung keputusan selain hasil prediksi itu sendiri yang dinamakan sebagai selang kepercayaan. Selang kepercayaan terdiri dari beberapa nilai yaitu nilai optimis, pesimis dan mostlikely.

- Nilai Optimis

Nilai optimis merupakan nilai yang diharapkan pada periode ke depan.

$$Optimis = \hat{y} + t_{\alpha/2}^{n-2} SSE \sqrt{distance\_value} \dots\dots\dots(2.20)$$

- Nilai Pesimis

Nilai pesimis merupakan nilai terendah yang masih dapat diterima jika muncul pada periode berikutnya.

$$Pesimis = \hat{y} - t_{\alpha/2}^{n-2} SSE \sqrt{distance\_value} \dots\dots(2.21)$$

- Nilai Mostlikely

Nilai mostlikely merupakan nilai rata-rata dari data sebelumnya.

Dengan nilai SSE dan *distance value* sebagai berikut :

$$SSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-2)}} \dots\dots\dots (2.22)$$

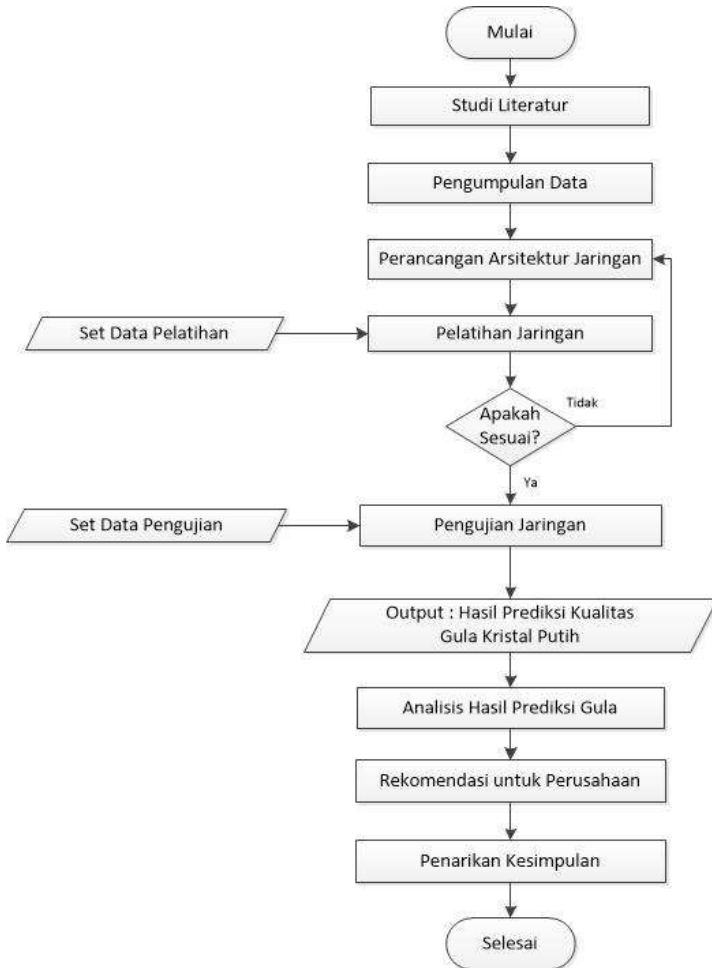
$$Distance_{value} = \frac{1}{n} + \frac{(x_n - \bar{x})^2}{\sum_{i=0}^n x^2 - \frac{(\sum_{i=0}^n x_i)^2}{2}} \dots\dots\dots (2.23)$$



### BAB III

## METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Metode penelitian secara rinci dijelaskan pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3. 1 Metode Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini, penulis melakukan studi literatur mengenai teori dan penelitian-penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai dasar pengerjaan tugas akhir. Studi literatur ini meliputi proses produksi gula kristal putih, Standar Nasional Indonesia (SNI) gula kristal putih, proses pembangunan jaringan syaraf tiruan, serta algoritma pembelajaran propagasi balik.

### 3.2 Persiapan dan Pengumpulan data

Pada tahapan ini, penulis mengumpulkan data parameter proses produksi gula PT. PG Rajawali I pada tahun 2014. Pada tahapan ini, data yang telah dikumpulkan dipisahkan menjadi 2 kelompok data, yaitu kelompok data pelatihan dan kelompok data pengujian. Kelompok data pelatihan akan digunakan untuk menetapkan bobot dan data pengujian akan digunakan untuk memprediksi. Data yang digunakan meliputi 2 atribut kualitas gula berdasarkan syarat mutu gula kristal putih SNI 3140.3:2010 yaitu warna larutan gula (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB). Selain itu juga digunakan atribut parameter uji pada stasiun gilingan, pemurnian, penguapan dan masakan berdasarkan pendapat pakar praktisi yaitu Kepala Bagian *Quality Control* PG. Rejo Agung Baru dan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I. Pembagian kelompok data diambil secara acak dengan komposisi data pelatihan 75% dan data pengujian sebanyak 25% [7].

### 3.3 Perancangan Arsitektur Jaringan

Setelah data pelatihan dan data pengujian ditentukan, tahapan selanjutnya adalah merancang arsitektur jaringan syaraf yang meliputi pemilihan topologi jaringan, pemilihan algoritma pembelajaran, penentuan *input layer*, *output layer*, dan jumlah *hidden layer*. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis menggunakan topologi jaringan banyak lapisan (*multilayer network*) dan menggunakan algoritma pembelajaran propagasi balik.



Rancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *input layer* dengan *node* berupa parameter uji pada setiap stasiun proses produksi kualitas gula berdasarkan pendapat pakar dan *output layer* dengan 1 *node* berupa atribut kualitas gula SNI 3140.3:2010. . Jumlah *hidden layer* yang digunakan adalah 1 dengan jumlah node yang akan ditentukan melalui *trial and error*, yang berkisar dari  $\sqrt{n}$  sampai  $(2n + 1)$ , dimana  $n$  adalah jumlah *input node* [7].

### 3.4 Pelatihan Jaringan

Pelatihan jaringan syaraf tiruan ini dilakukan dengan memasukkan set data pelatihan hasil produksi gula per atribut kualitas, saat sistem dijalankan, sistem akan melakukan perhitungan bobot dan bias secara berulang-ulang hingga mencapai syarat SSE yang telah ditentukan. Tugas Akhir ini menggunakan batas nilai SSE sebesar 0,001 dengan nilai maksimum iterasi (*epoch*) sebanyak 1000 kali [7]. Setelah bobot dan bias telah mencapai syarat, proses pelatihan selesai, kemudian bobot dan bias tersebut disimpan.

### 3.5 Pengujian Jaringan

Pada tahapan ini, penulis melakukan prediksi dengan memasukkan set data pengujian hasil produksi gula per atribut kualitas, kemudian sistem akan melakukan perhitungan bobot dan bias sesuai yang tersimpan saat pelatihan. Kemudian sistem akan menampilkan hasil prediksi kualitas gula.

### 3.6 Analisis Hasil Prediksi Kualitas Gula

Tahapan selanjutnya adalah menganalisis hasil prediksi kualitas gula yang telah dihasilkan oleh sistem. Analisis ini meliputi analisis keakuratan hasil yang didapat dari sistem dan analisis faktor produksi yang mempengaruhi penurunan kualitas hasil produksi gula PT. PG Rajawali I. Analisis faktor produksi ini dilakukan

sebagai bentuk evaluasi produksi gula PT. PG Rajawali I pada tahun 2014 dilihat dari kualitas produksi yang dihasilkan.

### **3.7 Rekomendasi Untuk Perusahaan**

Pada tahapan ini penulis memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi gula pada PT. PG Rajawali I Surabaya untuk meningkatkan kualitas hasil produksi pada periode musim giling ke depannya. Rekomendasi perbaikan proses yang diberikan berdasarkan analisis hasil prediksi kualitas gula dan wawancara dengan pakar praktisi PT. PG Rajawali I yaitu Kepala Bagian Quality Control PG. Rejo Agung Baru dan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I.

### **3.8 Penyusunan Buku Tugas Akhir**

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pada tahapan ini, penulis membuat kesimpulan dan rekomendasi dari penelitian Tugas Akhir yang telah diselesaikan, serta menyusun serangkaian kegiatan Tugas Akhir dalam buku Tugas Akhir yang berisi dokumentasi langkah-langkah serta hasil pengerjaan dalam semua proses metode penelitian.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN**

Pada bab ini, penulis menyampaikan proses perancangan pengembangan sistem prediksi kualitas gula kristal putih pada PT. PG Rajawali I dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan yang meliputi perancangan sistem dan perancangan data.

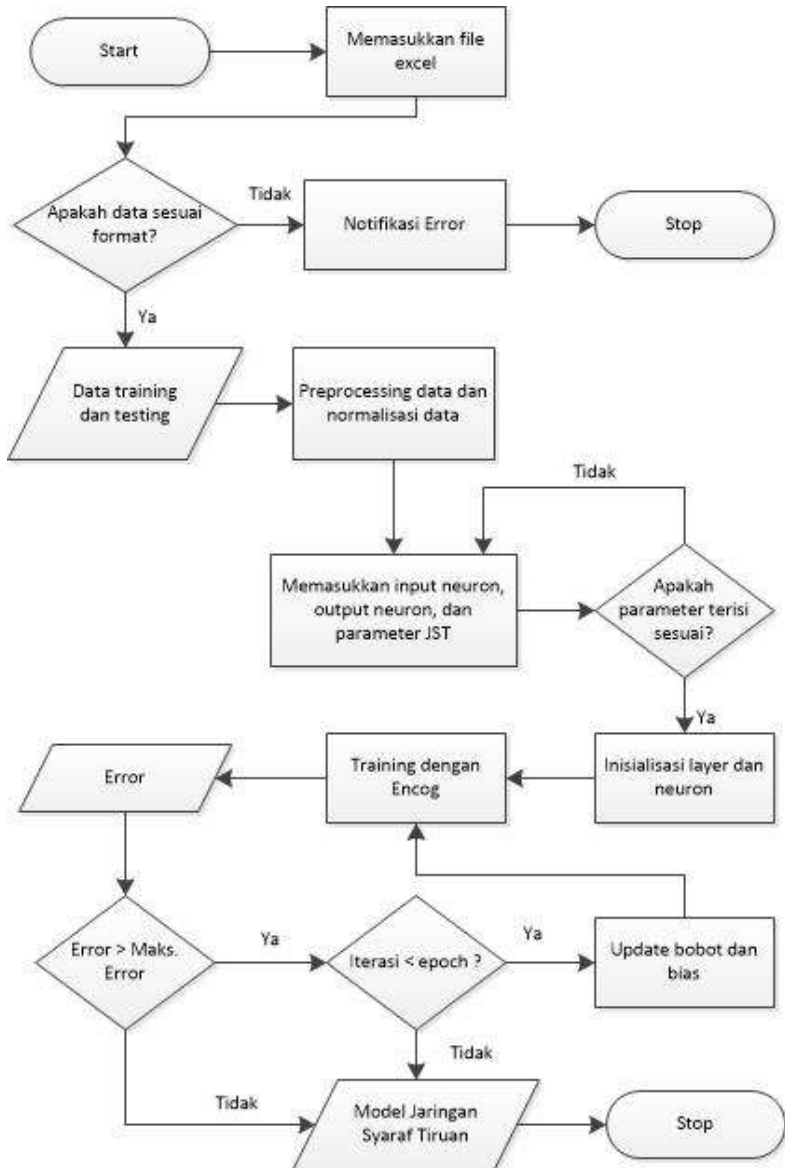
#### **4.1 Perancangan Sistem**

##### **4.1.1 Deskripsi Umum Sistem**

Sistem yang dibuat pada tugas akhir ini adalah sistem prediksi kualitas gula dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan sebagai metode prediksi. Sistem prediksi kualitas gula yang dibuat berbasis *desktop* dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Sistem ini berguna untuk memprediksi warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB) gula berdasarkan beberapa parameter yang mempengaruhi. Kepala Bagian Quality Control dapat melakukan prediksi dengan memasukkan *file excel* yang berisi parameter dan nilainya, kemudian menentukan model jaringan syaraf tiruan yang akan digunakan. Hasil prediksi ICUMSA dan BJB tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kategori kualitas gula yang dihasilkan berdasarkan syarat mutu gula kristal putih SNI 3140.3:2010.

##### **4.1.2 Activity Diagram**

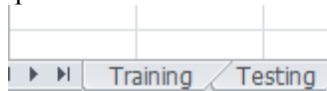
Pengguna Sistem Prediksi Kualitas Gula di PT. PG Rajawali I adalah bagian Quality Control. Dengan menggunakan sistem prediksi yang dibuat pada tugas akhir ini, pengguna dapat mengetahui nilai warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB) gula kristal putih berdasarkan tahapan produksi yang telah dilakukan. Activity Diagram ditunjukkan pada **Gambar 4. 1.**



**Gambar 4. 1 Activity Diagram Proses Training Sistem Prediksi Kualitas Gula**

- Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Gambar 4.1 menjelaskan proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan sistem yang dibuat pada tugas akhir ini. Sebelum memulai proses training, terlebih dahulu pengguna memasukkan file excel dengan menggunakan format yang telah ditentukan yaitu dengan memisahkan data training dan testing seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2 Format Sheet Excel**

Untuk tiap *sheet* diisi dengan nilai berkala dengan header berisi parameter proses seluruh stasiun produksi gula. Gambar 4.3 menunjukkan format header dan isi file excel.

	A	B	C	D
1	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah
2	3.72	11.27	10.38	24.22
3	5.46	11.62	12.93	9.6
4	6.22	12.62	12.36	8.75

**Gambar 4. 3 Format header dan file excel**

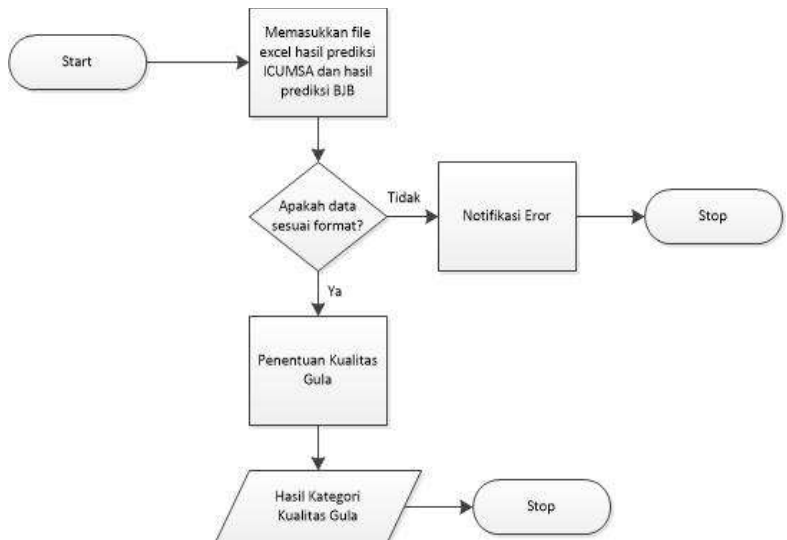
Setelah itu, sistem akan mengecek apakah file excel yang dimasukkan sesuai dengan format yang ditentukan, apabila tidak sesuai sistem akan memberikan notifikasi eror dan proses dihentikan. Apabila sesuai, sistem akan normalisasi data dengan mengubah nilai *input node* menjadi 0-1. Kemudian pengguna memilih atribut yang akan digunakan untuk input neuron, output neuron dan pengguna menentukan parameter jaringan syaraf tiruan lainnya yang akan digunakan (*hidden node*, *learning rate*, *momentum*, *epoch*, target eror).

Apabila seluruh parameter sudah terisi sesuai, sistem akan melakukan inisialisasi layer dan

neuron sesuai dengan masukan pengguna, setelah itu proses pelatihan dapat dilakukan. Proses pelatihan pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan library encog. Proses pelatihan akan berhenti apabila nilai eror yang dihasilkan lebih kecil atau sama dengan maksimal eror yang ditentukan atau iterasi (*epoch* yang terjadi telah sesuai dengan batas (*epoch*) yang ditentukan.

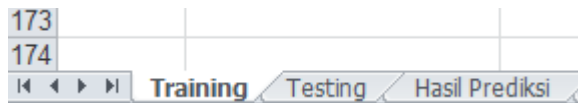
- Proses Penentuan Kualitas Gula

Proses pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan digunakan untuk mengetahui hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB). Apabila telah didapatkan kedua nilai tersebut, langkah selanjutnya adalah mengkategorikan berdasarkan kualitas gula kristal putih SNI 3140.3:2010.



**Gambar 4. 4 Activity Diagram Penentuan Kualitas Gula**

Gambar 4.4 menunjukkan aktivitas penentuan kualitas gula. Untuk menentukan kualitas gula, pengguna perlu memasukkan file excel yang telah berisi hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB). Apabila pengguna telah melakukan prediksi maka format sheet file excel sebelumnya (Gambar 4.2) akan otomatis menjadi seperti Gambar 4.5.



**Gambar 4. 5 Format sheet penentuan kualitas gula**

Isi dari *sheet* Hasil Prediksi adalah hasil keluaran sistem yaitu nilai pesimis, mostlikely, optimis, hasil prediksi, data dan kesalahan relatif (MAPE), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.

	A	B	C	D	E	F	G
1	pesimis	mostlikely	optimis	hasil_prediksi	data	kesalahan relatif (%)	
2	200.2148	360.1813	467.6652	287.1639	261.41	25.32716	
3	127.7204	359.3072	395.0996	332.0391	364.06	8.786371	
4	230.8464	359.3489	497.2736	240.1187	285.3	36.66289	
5	151.2648	358.705	419.3352	363.5327	352.59	2.195005	

**Gambar 4. 6 Format header penentuan kualitas gula**

Apabila format file excel hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB) telah sesuai, maka pengguna dapat mengkategorikan kualitas gula SNI 3140.3:2010. Pada proses penentuan gula ini, sistem akan mengambil nilai pada kolom ke-3 yaitu kolom *hasil\_prediksi* yang berada pada *sheet* Hasil Prediksi, kemudian sistem akan melakukan kalkulasi berdasarkan syarat mutu SNI 3140.3:2010 sehingga menghasilkan kategori kualitas gula berdasarkan nilai prediksi ICUMSA dan BJB.

## 4.2 Perancangan Data

Untuk memprediksi kualitas gula di PT. PG Rajawali I, langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data dan mempersiapkan data yang digunakan untuk memprediksi kualitas gula. Data yang dibutuhkan adalah data parameter proses beserta standarnya dan data hasil uji parameter proses pada tahun 2014.

### 4.2.1 Penentuan parameter uji

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan syarat mutu gula kristal putih berdasarkan SNI 3140.3:2010 (Tabel 2.1). Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, prediksi kualitas gula kristal putih didasarkan pada 2 parameter uji yang ada pada SNI 3140.3:2010, yaitu warna larutan (ICUMSA) dan Besar Jenis Butir (BJB), dengan persyaratan yang ditampilkan pada Tabel 4.1. Prediksi yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah memprediksi nilai warna larutan (ICUMSA) dan Besar Jenis Butir (BJB) yang akan digunakan untuk menentukan kualitas gula berdasarkan syarat mutu gula kristal putih sesuai dengan SNI 3140.3:2010.

**Tabel 4. 1 Parameter Uji yang digunakan**

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKP 1	GKP 2
1	Warna			
	Warna larutan (ICUMSA)	IU	81 - 200	201 - 300
2	Besar jenis butir	mm	0,8 - 1,2	0,8 - 1,2

Setelah menentukan parameter uji yang digunakan, penulis membuat kategori pengelompokan kualitas gula sesuai dengan parameter uji tersebut dan ditambahkan kategori Tidak Sesuai Standar untuk mengakomodasi nilai ICUMSA dan BJB yang tidak



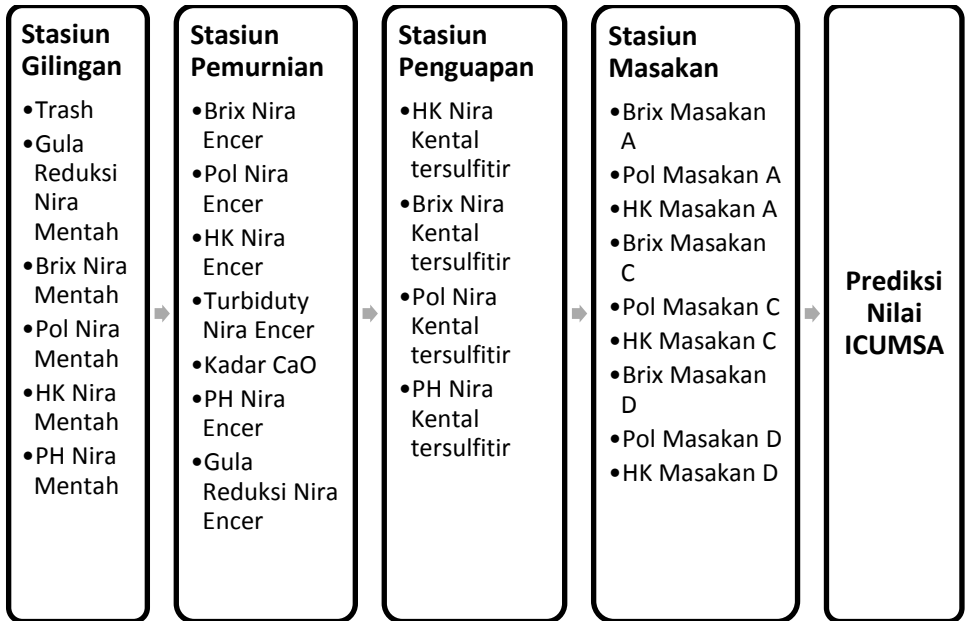
sesuai standar syarat mutu gula kristal putih SNI 3140.3:2010. Kategori kualitas Gula Kristal Putih pada Tugas Akhir ini ditunjukkan pada **Tabel 4. 2**

**Tabel 4. 2 Kategori kualitas gula kristal putih**

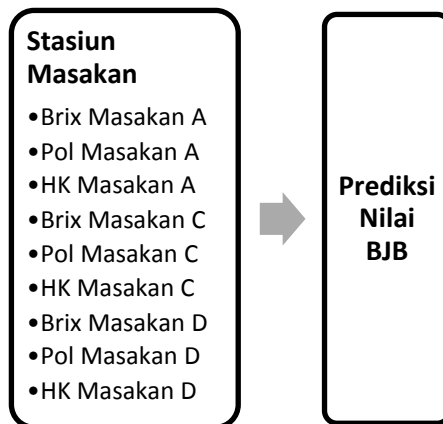
No	Parameter Uji	Satuan	Kategori		
			GKP 1	GKP 2	Tidak Sesuai Standar
1	Warna				
	Warna larutan (ICUMSA)	IU	81 - 200	201 - 300	<81 atau >300
2	Besar jenis butir	mm	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2	<0.8 atau >1.2

#### **4.2.2 Penentuan parameter proses**

Parameter proses adalah ukuran atau patokan yang digunakan pada proses produksi gula kristal putih yang berpengaruh langsung terhadap warna larutan (ICUMSA) dan Besar Jenis Butir (BJB). Penentuan Parameter proses produksi gula kristal putih dilakukan berdasarkan pendapat pakar pada PT. PG Rajawali I yaitu Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I dan Kepala Quality Control PG. Rejo Agung Baru, Madiun. Berikut merupakan proses yang digunakan sebagai parameter untuk memprediksi nilai ICUMSA dan BJB.



Gambar 4. 7 Parameter proses untuk prediksi ICUMSA



Gambar 4. 8 Paramater Proses untuk prediksi BJB

Setiap parameter proses pada masing-masing stasiun memiliki standar proses yang digunakan untuk menjaga kualitas gula yang dihasilkan. Apabila parameter proses memiliki hasil sesuai standar maka nilai ICUMSA dan BJB gula kristal putih yang dihasilkan akan baik dan memenuhi SNI 3140.3:2010, sehingga menghasilkan gula dengan kualitas yang baik pula. Standar pada setiap masing-masing proses didapatkan melalui proses wawancara terhadap pakar yaitu Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I dan Kepala Quality Control PG Rejo Agung Baru, Madiun. Standar parameter proses PT. PG Rajawali I dapat dilihat pada Tabel 4. 3.

**Tabel 4. 3 Standar Parameter Proses berdasarkan pendapat Pakar**

<b>Nama Stasiun</b>	<b>Parameter Proses</b>	<b>Satuan</b>	<b>Standar</b>
Stasiun Gilingan	Trash	%	$\leq 5$
	Brix Nira Mentah	%	$\geq 11$
	Pol Nira Mentah	%	$\leq 8$
	Gula reduksi nira mentah	%	$\leq 12$
	HK nira mentah	%	$\geq 70$
	PH nira mentah	-	$\leq 6$
Stasiun Pemurnian	Brix Nira encer	%	$\geq 10$
	Pol nira encer	%	$\geq 12$
	HK nira encer	%	$\geq 82,5$
	Turbiduty nira encer	SiO <sub>2</sub>	$\leq 125$
	Kadar CaO	mg/Ltr	$\leq 1000$
	PH nira encer	-	$\geq 7,5$
	Gula reduksi nira encer	%	$< 9$
Stasiun Penguapan	HK nira kental tersulfitir	%	$\geq 77$
	Brix nira kental tersulfitir	%	$\geq 60$

Nama Stasiun	Parameter Proses	Satuan	Standar
	Pol nira kental tersulfitir	%	$\geq 48$
	PH nira kental tersulfitir	-	$\leq 5,5$
Stasiun Masakan	Brix Masakan A	%	$\geq 95$
	Pol Masakan A	%	$\geq 75$
	HK Masakan A	%	$\geq 80$
	Brix Masakan C	%	$\geq 97$
	Pol Masakan C	%	$\geq 67$
	HK Masakan C	%	$\geq 70$
	Pol nira mentah	%	$\geq 15$
	Brix masakan D	%	$\geq 99$
	HK masakan d	%	$\geq 60$

#### 4.2.3 Penentuan data pelatihan dan pengujian

Setelah mengetahui parameter proses yang digunakan untuk memprediksi nilai ICUMSA dan BJB, langkah selanjutnya adalah pengumpulan data parameter proses tersebut. Data yang digunakan adalah data produksi gula kristal putih tahun 2014 yang terdiri dari 11 periode giling dengan total 149 hari giling. Data tersebut kemudian dikelompokkan menjadi data pelatihan dan data pengujian untuk digunakan sebagai *input* jaringan syaraf tiruan. Pembagian kelompok data diambil secara acak dengan komposisi data pelatihan 75% dan data pengujian sebanyak 25% [7] yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 4 Penentuan data pelatihan dan pengujian**

Data Pelatihan	Periode giling ke- 1 (23 Mei 2014 – 31 Mei 2014)
	Periode giling ke- 2 (1 Juni 2014 – 15 Juni 2014)

	2014)
	Periode giling ke- 3 (16 Juni 2014 – 30 Juni 2014)
	Periode giling ke- 4 ( 1 Juli 2014 – 15 Juli 2014)
	Periode giling ke- 5 (16 juli 2014 – 25 Juli 2014)
	Periode giling ke- 6 (3 Agustus 2014 – 15 Agustus 2014)
	Periode giling ke- 7 (1 September 2014 – 15 September 2014)
	Periode giling ke- 8 (16 September 2014 – 19 September 2014)
	Periode giling ke- 9 (19 September 2014 – 30 September 2014)
	Periode giling ke- 10 (1 Oktober 2014 – 15 Oktober 2014)
	Periode giling ke-11 (16 Oktober 2014 – 27 Oktober 2014)
Data Pengujian	

### 4.3 Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Rancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan memprediksi nilai ICUMSA dan BJB pada Tugas Akhir ini adalah *input layer* dengan *node* berupa parameter proses berdasarkan pendapat pakar (Tabel 4.3). Jumlah *hidden layer* yang digunakan adalah 1 dengan jumlah *node* yang akan ditentukan melalui *trial and error*, yang berkisar dari  $\sqrt{n}$  sampai  $(2n + 1)$ , dimana  $n$

adalah jumlah *input node* [7]. *Output layer* pada jaringan syaraf tiruan ini menggunakan 1 node yaitu ICUMSA untuk jaringan syaraf tiruan prediksi ICUMSA dan BJB untuk jaringan syaraf tiruan prediksi BJB. Rancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan sebagai berikut :

#### 4.3.1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi ICUMSA

Rancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi warna larutan (ICUMSA) gula kristal putih pada PT. PG Rajawali I ditunjukkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5 Rancangan Arsitektur JST untuk Prediksi ICUMSA**

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai ICUMSA		
Karakteristik	Jumlah	Deskripsi
Input layer	26 node	1. Trash 2. Gula Reduksi Nira Mentah 3. Brix Nira Mentah 4. Pol Nira mentah 5. HK Nira Mentah 6. PH Nira Mentah 7. Brix Nira Encer 8. Pol Nira Encer 9. HK Nira Encer 10. Turbiduty Nira Encer 11. Kadar CaO 12. PH Nira Encer 13. Gula Reduksi Nira Encer 14. HK Nira Kental Tersulfitir 15. Brix Nira Kental Tersulfitir 16. Pol Nira Kental Tersulfitir 17. PH Nira Kental Tersulfitir 18. Brix Masakan A 19. Pol Masakan A 20. HK Masakan A 21. Brix Masakan C

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai ICUMSA		
Karakteristik	Jumlah	Deskripsi
		22. Pol Masakan C 23. HK Masakan C 24. Brix Masakn D 25. Pol Masakan D 26. HK Masakan D
Hidden layer	<i>Trial &amp; Error</i>	$\sqrt{n}$ s/d $(2n + 1)$
Output layer	1 node	ICUMSA (IU)
Learning Rate	<i>Trial &amp; Error</i>	0.1 – 1.0
Momentum	<i>Trial &amp; Error</i>	0.5 – 0.9
Epoch	-	1000
Maks. Error	-	0.001

Berdasarkan rancangan tersebut, penulis melakukan beberapa uji coba untuk menemukan jumlah node *hidden layer*, nilai *learning rate*, dan nilai momentum yang tepat dan paling baik digunakan untuk memprediksi warna larutan gula (ICUMSA). Uji coba dilakukan melalui proses pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari 4 jenis yaitu penentuan *jumlah hidden node*, penentuan nilai *learning rate* dan penentuan nilai momentum.

Sesuai dengan rancangan jaringan syaraf tiruan pada Tabel 4.5, jumlah node pada hidden layer ditentukan melalui proses *trial & error* dengan menggunakan batasan  $\sqrt{n}$  s/d  $(2n + 1)$ , dimana  $n$  adalah jumlah *node input layer*. *Node input layer* untuk prediksi ICUMSA berjumlah 26 *node*, sehingga batasan *node hidden layer* adalah 5 s/d 53. Penulis melakukan 450 kali uji coba dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

**Tabel 4. 6 Uji coba model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi ICUMSA**

Uji ke-	coba	Hidden Node	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error
1 - 50		5	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
51 - 100		11	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
101 - 150		17	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
151 - 200		23	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
201 - 250		29	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
251- 300		35	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
301 - 350		41	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
351 - 400		47	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
401 - 450		53	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001

Uji coba model jaringan syaraf tiruan tersebut digunakan untuk menemukan parameter jaringan syaraf tiruan yang menghasilkan nilai MAPE terendah. Hasil *error training* dan MAPE uji coba model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi ICUMSA dapat dilihat pada Error! Reference source not found.. Dari 450 uji coba tersebut, didapatkan 9 hasil uji coba yang menghasilkan rata-rata MAPE terendah dari tiap jumlah hidden node yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 7 Hasil uji coba model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi ICUMSA**

Uji Coba ke-	Hidden Node	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	Rata-rata MAPE
5	5	0.1	0.9	1000	0.001	12.46%	8.58%
55	11	0.1	0.9	1000	0.001	13.01%	9.90%
105	17	0.1	0.9	1000	0.001	13.17%	9.37%
155	23	0.1	0.9	1000	0.001	12.99%	9.31%
220	29	0.4	0.9	1000	0.001	13.74%	12.75%
255	35	0.1	0.9	1000	0.001	13.65%	10.43%



Uji Coba ke-	Hidden Node	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	Rata-rata MAPE
305	41	0.1	0.9	1000	0.001	14.28%	11.98%
355	47	0.1	0.9	1000	0.001	15.35%	13.86%
405	53	0.1	0.9	1000	0.001	15.26%	13.96%

Dari Tabel 4.7, hasil rata-rata MAPE yang terbaik adalah uji coba ke-5 dengan rata-rata MAPE sebesar 8.58%. Parameter jaringan syaraf tiruan pada uji coba ke-5 kemudian digunakan sebagai model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi ICUMSA seperti ditunjukkan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4. 8 Model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi ICUMSA**

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai ICUMSA	
Karakteristik	Spesifikasi
Input layer	26 node
Hidden layer	5 node
Output layer	1 node
Learning Rate	0.1
Momentum	0.9
Epoch	1000
Maks. Error	0.001

#### **4.3.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi BJB**

Rancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi besar jenis butir gula kristal putih pada PT. PG Rajawali I ditunjukkan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9 Rancangan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi BJB**

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai BJB		
Karakteristik	Jumlah	Deskripsi
Input layer	9 node	1. Brix Masakan A 2. Pol Masakan A 3. HK Masakan A 4. Brix Masakan C 5. Pol Masakan C 6. HK Masakan C 7. Brix Masakan D 8. Pol Masakan D 9. HK Masakan D
Hidden layer	<i>Trial &amp; Error</i>	$\sqrt{n}$ s/d $(2n + 1)$
Output layer	1 node	BJB (mm)
Learning Rate	<i>Trial &amp; Error</i>	0.1 – 1.0
Momentum	<i>Trial &amp; Error</i>	0.5 – 0.9
Epoch	-	1000
Maks. Error	-	0.001

Berdasarkan rancangan tersebut, penulis melakukan beberapa uji coba untuk menemukan jumlah node *hidden layer*, nilai *learning rate*, dan nilai momentum yang tepat dan paling baik digunakan untuk memprediksi besar jenis butir (BJB). Uji coba dilakukan melalui proses pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari 3 jenis yaitu penentuan jumlah hidden node, penentuan nilai learning rate dan penentuan nilai momentum.

Sesuai dengan rancangan jaringan syaraf tiruan pada Tabel 4.9, jumlah node pada hidden layer ditentukan melalui proses *trial & error* dengan menggunakan batasan  $\sqrt{n}$  s/d  $(2n + 1)$ , dimana  $n$  adalah jumlah node input layer. Node input layer

untuk prediksi ICUMSA berjumlah 26 node, sehingga batasan node hidden layer adalah 3 s/d 19. Penulis melakukan 250 kali uji coba dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

**Tabel 4. 10 Uji coba model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi**

Uji coba ke-	Hidden Node	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error
1 - 50	3	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
51 - 100	7	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
101 - 150	11	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
151 - 200	15	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001
201 - 250	19	0.1-1.0	0.5-0.9	1000	0.001

Uji coba model jaringan syaraf tiruan tersebut digunakan untuk menemukan parameter jaringan syaraf tiruan yang menghasilkan nilai MAPE terendah. Hasil *error training* dan MAPE uji coba model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi BJB dapat dilihat pada Error! Reference source not found.. Dari 250 uji coba tersebut, didapatkan 5 hasil uji coba yang menghasilkan rata-rata MAPE terendah dari tiap jumlah hidden node yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 11 Hasil Uji Coba Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi BJB**

Uji Coba ke-	Hidden Node	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	Rata-rata MAPE
5	3	0.1	0.9	1000	0.001	6.41%	6.72%
72	7	0.5	0.6	1000	0.001	9.85%	6.91%
105	11	0.1	0.9	1000	0.001	6.39%	6.95%
168	15	0.4	0.7	1000	0.001	6.63%	6.85%
205	19	0.1	0.9	1000	0.001	6.30%	6.90%

Dari Tabel 4.11, hasil rata-rata MAPE yang terbaik adalah uji coba ke-72 dengan MAPE sebesar 6.72%. Parameter jaringan syaraf tiruan pada uji coba ke-72 kemudian digunakan sebagai model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi BJB seperti ditunjukkan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4. 12 Model Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi BJB**

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai BJB	
Karakteristik	Spesifikasi
Input layer	9 node
Hidden layer	3 node
Output layer	1 node
Learning Rate	0.1
Momentum	0.9
Epoch	1000
Maks. Error	0.001

## **BAB V**

### **IMPLEMENTASI**

Pada bab ini, penulis menyampaikan proses implementasi sistem prediksi kualitas gula kristal putih PT. PG Rajawali I yang terdiri dari lingkungan implementasi, antarmuka dan *source code* sistem yang dibangun.

#### **5.1 Lingkungan Implementasi**

- **Perangkat Lunak**  
Perangkat lunak yang digunakan untuk desain dan implementasi sistem prediksi kualitas gula adalah sebagai berikut :
  - JDK (Java Development Kit)
  - Netbeans 7.2
  - Library Encog
  - Library JFreechart
- **Perangkat Keras**  
Perangkat keras yang digunakan untuk implementasi sistem prediksi kualitas gula adalah komputer dengan spesifikasi Intel Core i3 2.2 GHz, 2 GB RAM memori.

#### **5.2 Antarmuka dan *Source Code* Sistem**

Pada tahapan ini penulis menjelaskan antarmuka sistem dan kode program (*source code*) sistem berdasarkan proses yang ada pada sistem prediksi kualitas gula. Source code sistem prediksi kualitas gula pada tugas akhir ini merupakan pengembangan dari tugas akhir sebelumnya [25]

##### **5.2.1 Proses Load File Excel**

Proses ini merupakan proses mengambil file excel yang berisi set data pelatihan dan pengujian. Set data pelatihan dan pengujian sebelumnya telah disimpan ke dalam file excel dengan menggunakan format tertentu.

Berikut merupakan kode program untuk load file excel pada sistem prediksi kualitas gula, yang terdiri dari 4 kelas yaitu 2 kelas model, 1 kelas view dan 1 kelas controller.

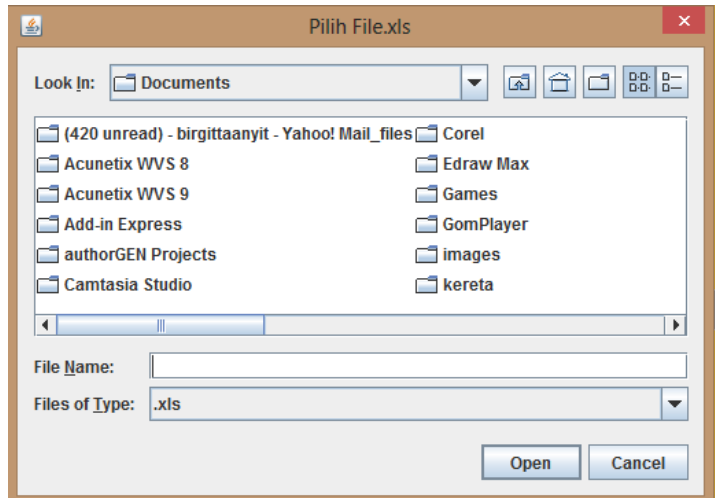
- View Load File Excel

Kelas ini berguna untuk menampilkan antarmuka *user* agar dapat melakukan proses *load file* seperti yang ditunjukkan pada .Gambar 5. 1.



**Gambar 5. 1 Antarmuka Load File Excel**

Pengguna dapat mengambil file excel dengan menekan tombol Browse, maka akan muncul *window* yang membantu pencarian file seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. 2 berikut :



Gambar 5. 2 Window Pencari File

- Kelas Model Load File Excel
  - PilihFileExcel.java  
Kelas ini berguna untuk mencari alamat *file excel* yang. Berikut merupakan kode program kelas PilihFileExcel.java .

```
public class PilihFileExcel extends
JFileChooser {
    private JFileChooser jfc;
    public PilihFileExcel(){
        String[]akhiran=new String[2];
        akhiran[0]=".xls";
        akhiran[1]=".xlsx";
        setSize(400,150);
        jfc=new JFileChooser("\\My
Documents");
        jfc.setDialogTitle("Pilih
File.xls");
        Akhiran fileTxt = new
        Akhiran(akhiran, ".xls");
        jfc.setFileFilter(fileTxt);
        int hasil=
```

```

        jfc.showOpenDialog(this);
        show();
    }
    public String getFilePATH() {
        String input;
        try{
            input=
            jfc.getSelectedFile().getPath();
        }catch (NullPointerException ie){
            return "";
        }
        return input;
    }
}

```

**Gambar 5. 3 Kode Program Mendapatkan Alamat File**

- BacaExcel.java

Kelas ini digunakan untuk mengambil isi file excel yang didapatkan sebelumnya dari PilihFileExcel.java dengan menggunakan *library* jxl, berikut merupakan kode programnya :

```

public BacaExcel (String pathFile) {
    try{
        file = new File(pathFile);
        workbook = Workbook.getWorkbook(file);
        /* baca sheet 1 */
        sheet = workbook.getSheet(0);
    }catch (IOException ex) {
        error=true;
        Logger.getLogger(BacaExcel.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }catch (BiffException ex) {
        error=true;
        Logger.getLogger(BacaExcel.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
    startReading();
}

```



```

public void startReading(){
    try{
        /* mendapatkan jumlah baris dan kolom */
        column = sheet.getColumns();
        row = sheet.getRows();
        data = new Double[getRow()-
        1][getColumn()];
        header = new String[getColumn()];
        /* ambil data */
        for (int i = 0; i < row; i++){
            for (int j = 0; j < column; j++){
                Cell cell = sheet.getCell(j, i);
                if(i==0){
                    header[j]=cell.getContents();
                }else{
                    data[i-1][j]=
                    Double.valueOf(cell.getConten
                    t());
                }
            }
        }
    }
}

```

**Gambar 5. 4 Kode Program Baca File Excel**

- Controller Load File Excel
  - PilihFileExcelController.java

Kelas ini berfungsi untuk memproses permintaan pada kelas view ke dalam struktur data dalam kelas model. Kode program PilihFileExcelController.java ditunjukkan pada Gambar 5.5

```

private class ButtonBrowseHandler
implements ActionListener {

    public void
    actionPerformed(ActionEvent e) {
        PilihFileExcel choose = new
        PilihFileExcel();
        String file = choose.getFilePATH();
    }
}

```

```

        view.getFileExceltxt().setText(file);
    }
}

private class ButtonNextHandler
implements ActionListener {

    private Double[][] dataTrain;
    private String[] listheaderTrain;
    private Double[][] dataTest;
    private String[] listheaderTest;

    public void
    actionPerformed(ActionEvent e) {
        String file =
        view.getFileExceltxt().getText();
        if (!file.equals("")) {
            BacaExcel read = new
            BacaExcel(file, "Training");
            if (!read.isError()) {
                dataTrain=read.getData();
                listheaderTrain=
                read.getHeader();
                read.close();
                BacaExcel read2 = new
                BacaExcel(file,"Testing");
                if (!read2.isError()) {
                    dataTest =
                    read2.getData();
                    listheaderTest =
                    read2.getHeader();
                    read2.close();
                    PrediksiNNView viewbaru
                    = new PrediksiNNView();
                    ModelPrediksiNN model =
                    new ModelPrediksiNN();
                    PrediksiNNController
                    control = new
                    PrediksiNNController(vi
                    ewbaru, model);
                    control.setDataTraining
                    (listheaderTrain,

```

```

dataTrain);
control.setDataTesting(
listheaderTest,
dataTest);
control.setFile(new
File(file));
control.setListVariabel
();
viewbaru.setVisible(true);view.dispose();
} else {

System.out.println("1")
;
JOptionPane.showMessageDialog
Dialog(null, "Error:
ada yang salah dengan
data training atau
testing anda.",
"Error!",
JOptionPane.ERROR_MESSA
GE;
view.dispose();
}
}
}
}
}
}
}

```

**Gambar 5. 5 Kode Program Controller Load File Excel**

### 5.2.2 Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Proses pelatihan jaringan syaraf tiruan ini dimulai dengan memilih atribut file excel yang sudah di *load* sebelumnya. Berikut merupakan kode program untuk load file excel pada sistem prediksi kualitas gula, yang terdiri dari 4 kelas yaitu 2 kelas model, 1 kelas view dan 1 kelas controller.

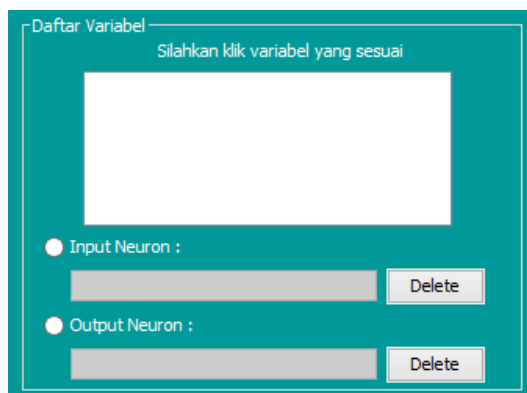
- **View Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan**  
Kelas ini berguna untuk menampilkan antarmuka pengguna untuk melakukan proses pelatihan

jaringan syaraf tiruan. **Gambar 5. 6** menunjukkan tampilan antarmuka proses prediksi gula dengan jaringan syaraf tiruan.



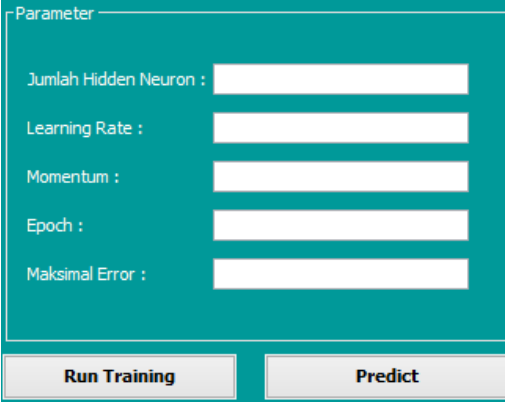
**Gambar 5. 6 Antarmuka Jaringan Syaraf Tiruan**

Untuk memulai pelatihan jaringan syaraf tiruan, pengguna terlebih dahulu memilih atribut file excel yang digunakan untuk input neuron dan output neuron pada panel Daftar Variabel, seperti ditunjukkan pada **Gambar 5. 7**.



**Gambar 5. 7 Panel Daftar Variabel**

Kemudian, pengguna memasukkan isi parameter yang digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang akan digunakan seperti jumlah *hidden neuron*, *learning rate*, *momentum*, *epoch*, dan maksimal *error* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. 8.



Parameter

Jumlah Hidden Neuron :

Learning Rate :

Momentum :

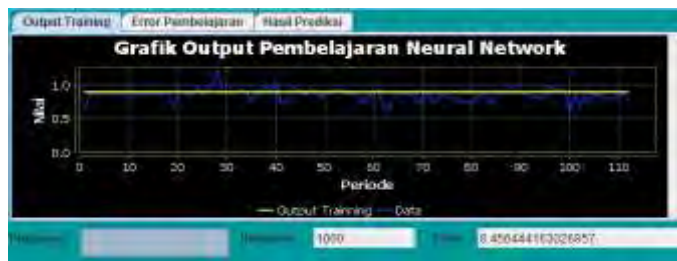
Epoch :

Maksimal Error :

Run Training Predict

Gambar 5. 8 Panel Parameter JST

Untuk memulai proses pelatihan jaringan, pengguna perlu menekan tombol **Run Training**. Hasil pelatihan jaringan syaraf tiruan ditampilkan pada tab panel output pembelajaran, dan error pembelajaran seperti ditunjukkan pada Gambar 5. 9 dan Gambar 5. 10.



Gambar 5. 9 Grafik Output Pembelajaran JST



**Gambar 5. 10 Grafik Error Pembelajaran JST**

Akurasi *training* dan *error training* didapatkan setelah proses *training* selesai. Kedua nilai ini digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan pengujian

- Model Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan
  - ModelPrediksiNN.java  
Kelas model ini berisi kode program untuk pengaturan jaringan syaraf tiruan pada *method* *setLayer* dan untuk pengaturan parameter yang digunakan untuk jaringan syaraf tiruan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.11 berikut

```
public void setLayer(int neuronI, int
neuronH, int neuronO) {
    Logging.stopConsoleLogging();
    setNetwork(new BasicNetwork());

    ActivationFunction active =
    new ActivationSigmoid();
    Layer inputLayer =
    new BasicLayer(active, false, neuronI);
    Layer hiddenLayer =
    new BasicLayer(active, true, neuronH);
    Layer outputLayer =
    new BasicLayer(active, true, neuronO);

    Synapse synapseInputToHidden = new
    WeightedSynapse(inputLayer, hiddenLayer);
    Synapse synapseHiddenToOutput = new
```

```

WeightedSynapse(hiddenLayer,
outputLayer);

inputLayer.getNext().add(synapseInputToHidden);
hiddenLayer.getNext().add(synapseHiddenToOutput);

getNetwork().tagLayer("INPUT",
inputLayer);
getNetwork().tagLayer("HIDDEN",
hiddenLayer);
getNetwork().tagLayer("OUTPUT",
outputLayer);
getNetwork().getStructure().finalizeStructure();
getNetwork().reset();
}

```

**Gambar 5. 11 Method setLayer kelas ModelPrediksiNN**

**Gambar 5. 11** menunjukkan bahwa tipe layer yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan adalah Basic Layer yang terdiri dari input layer, hidden layer dan output layer. Setiap neuron/node pada hidden layer dan output layer akan diberikan nilai bias acak antara -1 sampai dengan 1 secara otomatis.

- NormalisasiData.java

Kelas ini bertujuan untuk membuat nilai masukan pada setiap neuron bernilai dari 0 sampai 1. Kode program kelas NormalisasiData ditunjukkan pada **Gambar 5. 12** berikut :

```

public NormalisasiData(double
[[[]dataTrain,double [[[]dataTest,double
low,double high){
    this.dataTrain=dataTrain;
    this.dataTest=dataTest;
}

```

```

        this.low=low;
        this.high=high;
        int col=dataTrain[0].length;
        datamax=new double[col];
        datamin=new double[col];
        datamean=new double[col];
        startNormalize();
    }
    /*Method untuk Memulai normalisasi*/
    public void startNormalize(){
        int col=getDataTrain()[0].length;
        /*Mencari nilai maksimal dan minimal
        dari tiap kolom*/

        for(int i=0;i<col;i++){
            double sum=0D;
            double maxdata = -9999999999.0D;
            double mindata = 9999999999.0D;
            int row1=getDataTrain().length;
            for(int j=0;j<row1;j++){
                if(getDataTrain()[j][i]>maxdata){
                    maxdata= getDataTrain()[j][i];
                }
                if(getDataTrain()[j][i]<mindata){
                    mindata = getDataTrain()[j][i];
                }
                sum+=getDataTrain()[j][i];
            }
            int row2=getDataTest().length;
            for(int j=0;j<row2;j++){
                if(getDataTest()[j][i]>maxdata){
                    maxdata = getDataTest()[j][i];
                }
                if(getDataTest()[j][i]<mindata){
                    mindata = getDataTest()[j][i];
                }
                sum+=getDataTrain()[j][i];
            }
            getDatamax()[i]=maxdata;
            getDatamin()[i]=mindata;
            getDatamean()[i]=sum/(row1+row2);
        }
    }

```



```

int row1=getDataTrain().length;
/*Mulai normalisasi*/
for(int i=0;i<col;i++){
    for(int j=0;j<row1;j++){
        getDataTrain()[j][i]=(getHigh()
        getLow())*(getDataTrain()[j][i]-
        getDatamin()[i])/(getDatamax()[i]-
        getDatamin()[i])+getLow();
    }
}
}

```

**Gambar 5. 12 Kode program Normalisasi.java**

- **Controller Proses Jaringan Syaraf Tiruan**
  - **PrediksiNNController.java**  
Kelas ini berfungsi untuk memproses permintaan pada kelas view ke dalam struktur data dalam kelas model. Kode program PrediksiNNController.java ditunjukkan pada **Gambar 5. 13**. Kode program yang akan dijelaskan pada kelas ini dibagi menjadi 3 yaitu konstruktor kelas, pengaturan awal proses training dan proses training.

```

public PrediksiNNController(PrediksiNNView
view, ModelPrediksiNN model) {
    this.view = view;
    this.model = model;
    this.view.getEpochTxt().setText("1000");
    this.view.getLRTxt().setText("0.5");
    this.view.getMaksErrorTxt().setText("0.00
1");
    this.view.getMomentumTxt().setText("0.5
");
    this.view.addListLayerHandler(new
ListInputOutputLayerHandler());
    this.view.addButtonDeleteHandler(new
ButtonDeleteHandler());
    this.view.addButtonRunTrainingHandler(
new ButtonRunTrainingHandler());
}

```

```

        this.view.addButtonPredictTrainingHandler(new ButtonPredictHandler());
        this.view.addTextFieldHandler(new TextFieldHandler());
        this.view.addRadioButtonDaftarNeuronHandler(new RadioButtonHandler());
        view.addMenuExitPredictHandler(new MenuExitHandler());
        view.addMenuNewPredictHandler(new MenuNewPredict());
    }

```

**Gambar 5. 13 Kode Program PrediksiNNController.java – Konstruktor Kelas**

```

protected Object doInBackground() throws Exception {
    NeuralDataSet trainingSet = new BasicNeuralDataSet(model.getInputtrain(),
        model.getOutputtrain());
    final Train train = new Backpropagation(model.getNetwork(),
        trainingSet, model.getLearningRate(),
        model.getMomentum());
    int epoch = 1;

```

**Gambar 5. 14 Kode Program Inisialisasi Proses Training**

Tahap awal pada proses training ditunjukkan pada Gambar 5.14. Gambar 5.14 merupakan kode program proses inisialisasi training dan dataset, selanjutnya dilakukan proses pembelajaran yang dapat dilihat pada Gambar 5.15

```

do {
    train.iteration();
    int index = 0;
    for (NeuralDataPair pair : trainingSet){
        final NeuralData neuralOutput =
            model.getNetwork().compute(pair.getI

```

```

        nput());
        /*Denormalisasi hasil ramalan*/
        model.getResultttrain()[index][0] =
            (neuralOutput.getData(0)
            model.getLowestnorm()
            (model.getHighestnorm()
            model.getLowestnorm()
            (model.getDatamaxO()[0]
            model.getDataminO()[0])
            model.getDataminO()[0];
        /*Denormalisasi data*/
        model.getResultttrain()[index][1]
        =(pair.getIdeal().getData(0)
        model.getLowestnorm()
        (model.getHighestnorm()
        model.getLowestnorm()
        (model.getDatamaxO()[0]
        model.getDataminO()[0])
        model.getDataminO()[0];
        index++;
    }
    MAPE =
    model.getMAPE(model.getResultttrain());
    view.getProgressBar().setValue((int)
        ((valueBar * 100) / model.getEpochs()));
    view.getProgressBar().setString(String.val
        ueOf((int) ((valueBar * 100) /
        model.getEpochs())));
    view.getIterasiTxt().setText(String.valueO
        if(train.getIteration()));
    view.getErrorTxt().setText(String.valueOf(
        MAPE));
    erroriteration.add(MAPE);
    valueBar++;
    if (train.getIteration() >=
        model.getEpochs()) {
        break;
    }
}
}

```

**Gambar 5. 15 Kode Program PrediksiNNController.java - proses training**

Gambar 5.15 merupakan kode program untuk proses training pada sistem prediksi gula ini. Proses pembelajaran ditentukan oleh 2 faktor yaitu ilai epoch, MAPE dan maksimal error. Semua hasil training akan disimpan dalam bentuk variabel training yang terdapat pada kelas model (model.getNetwork()).

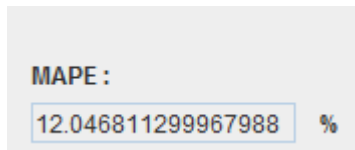
### 20.2.3 Proses Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

- View Proses Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

Kelas ini berguna untuk menampilkan antarmuka pengguna untuk melakukan proses pengujian jaringan syaraf tiruan. Antarmuka proses pengujian jaringan syaraf tergabung dengan antarmuka pelatihan jaringan syaraf tiruan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil proses pengujian Jaringan Syaraf Tiruan/ Prediksi dapat dilihat melalui Tab Panel Hasil Peramalan dan nilai MAPE seperti ditunjukkan pada **Gambar 5. 16** dan **Gambar 5. 17** berikut :

Output Training		Error Pembelajaran	Hasil Prediksi		
pesimis	mostlikely	optimis	hasil_ramalan	data	kesalahan relatif...
0.59281726968...	0.84994642857...	0.96718273031...	0.88774059598...	0.84	5.68340428389...
0.65346397216...	0.84985840707...	1.02653602783...	0.88777811324...	0.81	9.60223620353...
0.62374616275...	0.84950877192...	0.99625383724...	0.88785948793...	0.88	0.89312362914...
0.69458339414...	0.84977391304...	1.06541660585...	0.88778909743...	0.81	9.60359227650...
0.62485199890...	0.84943103448...	0.99514800109...	0.88785233266...	0.88	0.89231053053...
0.69566941946...	0.84969230769...	1.06433058053...	0.88779030114...	0.82	8.26710989512...
0.63605897215...	0.84944067796...	1.00394102784...	0.88767977086...	0.85	4.43291421903...
0.66673262548...	0.84944537815...	1.03326737451...	0.88770188360...	0.88	0.87521404620...
0.69752084372...	0.84969999999...	1.06247915627...	0.88784117278...	0.81	9.61002133113...
0.62775597989...	0.84937190082...	0.99224402010...	0.88781131092...	0.79	12.3811785976...

**Gambar 5. 16 Antarmuka Proses Testing - Tab Panel Hasil Prediksi**



**Gambar 5. 17 Antarmuka Proses Testing – MAPE**

**Gambar 5. 17** menunjukkan nilai MAPE yang merupakan nilai error atau rata-rata kesalahan pada saat proses pengujian. Sedangkan kesalahan relative merupakan kesalahan yang terjadi pada tiap periodenya yaitu persentase selisih dari data asli dengan hasil ramalan.

- **Model Proses Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan**  
Model Proses pengujian jaringan syaraf tiruan berada satu kelas dengan model proses pelatihan jaringan syaraf tiruan yaitu ModelPrediksiNN.java. Proses pengujian bergantung pada proses pelatihan yang dijalankan sebelumnya, dan kelas ini menyimpannya dalam bentuk object bernama network bertipe data Basic Network. Sehingga paket *controller* akan mengambilnya hanya dengan kode model.getNetwork().  
ModelPrediksiNN.java juga mengatur nilai dari interval prediksi yaitu pesimis, optimis, dan mostlikely, yang diwakili dengan method getIntervalPrediction() dengan nilai kembalian array bernilai double seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5. 18** berikut :

```
public Double[][] getIntervalPrediction() {
    Double[][] output = new
    Double[getResultttest().length][6];
    for (int i = 0; i < output.length; i++) {
        output[i][3] = getResultttest()[i][0];
        output[i][4] = getResultttest()[i][1];

        /*Menentukan distribusi dengan alpha =
        0.25*/
        double t_value =
        getTDistributionValue(getResultttrain().length + i, 0.025);
        /*Menentukan standard error*/
        double standarderror =
```

```

getStandardError(i);
/*Menentukan distance value*/
double distance =
    getDistanceValue(getResultttrain().length
+ i);
/*Menentukan nilai pesimis dan optimis*/
if (i == 0) {
    output[i][0] =
        getDatatrain()[getDatatrain().length + i -
1][getDatatrain()[getDatatrain().length
+ i - 1].length - 1] - (t_value *
standarderror * Math.sqrt(1 +
distance));
    output[i][2]=
        getDatatrain()[getDatatrain().length + i
-1][getDatatrain()[getDatatrain().length
+ i - 1].length - 1] + (t_value *
standarderror * Math.sqrt(1 +
distance));
} else {
    output[i][0] = getDatatest()[i -1]
[getDatatrain()[i - 1].length - 1] -
(t_value * standarderror * Math.sqrt(1 +
distance));
    output[i][2] = getDatatest()[i - 1]
[getDatatrain()[i - 1].length - 1] +
(t_value * standarderror * Math.sqrt(1 +
distance));
}

/*Mendapatkan nilai mostlikely*/
output[i][1] = getAverage(i);
/*Mendapatkan nilai kesalahan relatif*/
if (output[i][3] < output[i][4]) {
    output[i][5]=(output[i][4]-output[i][3])
/ output[i][4] * 100;
} else {
    output[i][5]=(output[i][3]-output[i][4])
/ output[i][4] * 100;
}
}
return output;

```

```
}

```

**Gambar 5. 18 Kode Program ModelPrediksiNN.java**

- Controller Proses Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

Controller Proses pengujian jaringan syaraf tiruan berada satu kelas dengan pelatihan jaringan syaraf tiruan yaitu pada kelas PrediksiNNController.java. Kode program untuk proses pengujian jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada **Gambar 5. 19**.

```
NeuralDataSet dat = new
BasicNeuralDataSet(input1, output1);
model.setResultttest(new
Double[output1.length][2]);
for (NeuralDataPair pair : dat) {
    /*mencari nilai keluaran jaringan dengan
    mengalikan bobot dan bias*/
    NeuralData neuralOutput1 =
    model.getNetwork().compute(pair.getInput()
    );
    *mendapatkan      nilai      ramalan      dan
    denormalisasi--> resultttest*/
    model.getResultttest()[index][0] =
    neuralOutput1.getData(0)                *
    (model.getDatamaxO()[0]                -
    model.getDataminO()[0])                +
    model.getDataminO()[0];
    /*mendapatkan nilai ideal dan
    denormalisasi--> resultes*/
    model.getResultttest()[index][1] =
    pair.getIdeal().getData(0);
    index++
}

/*mendapatkan nilai interval -->
forecasted*/
forecasted = model.getIntervalPrediction();

```

**Gambar 5. 19 Kode Program untuk Pengujian**

Variabel forecasted yang ada pada Gambar 5.19 berfungsi untuk menyimpan hasil peramalan dan nilai asli beserta nilai interval. Variabel forecasted selanjutnya digunakan untuk menghasilkan nilai MAPE dari prediksi yang dilakukan.

#### 5.2.4 Proses Penentuan Kualitas Gula

- View Proses Penentuan Kualitas Gula

Kelas ini berguna untuk menampilkan antarmuka pengguna untuk melakukan proses penentuan kualitas gula. **Gambar 5. 20** merupakan antarmuka proses penentuan kualitas gula.



**Gambar 5. 20 View Proses Penentuan Kualitas Gula**

Proses penentuan kualitas gula ini dapat dilakukan setelah *user* melakukan prediksi nilai parameter yaitu prediksi ICUMSA dan prediksi BJB yang dilakukan pada tab panel Prediksi Parameter. Setelah melakukan prediksi, pengguna memasukkan file excel hasil prediksi ICUMSA dan prediksi BJB pada *textfield* sesuai pada **Gambar 5. 20**. Kemudian dengan menekan tombol Calculate, maka kategori kualitas dapat diketahui.

- Model Proses Penentuan Kualitas Gula



Kelas model untuk penentuan kualitas gula berada pada satu kelas dengan kelas ModelPrediksiNN.java. Kelas ini menampung variabel-variabel yang akan digunakan pada kelas lainnya untuk menentukan kualitas gula.

```
private Double [][] DataIcumsa;
private String [] listheaderIcumsa;
private String [] listheaderBJB;
private Double [][] DataBJB;
private String [] kualitas;
```

**Gambar 5. 21 Model proses penentuan kualitas gula**

- **Controller Proses Penentuan Kualitas Gula**

Kelas ini berguna untuk menghubungkan kelas model dan view. Controller proses penentuan kualitas gula berada pada satu kelas dengan kelas PrediksiNNController. Gambar 5.22 merupakan kode program untuk mengambil file excel hasil prediksi ICUMSA dan hasil prediksi BJB

```
private class ButtonBrowse1Handler implements
ActionListener {

    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        PilihFileExcel choose = new
        PilihFileExcel();
        String file = choose.getFilePath();
        view.getIcumsaTxt().setText(file);
    }
}

private class ButtonBrowse2Handler implements
ActionListener {
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        PilihFileExcel choose = new
        PilihFileExcel();
        String file = choose.getFilePath();
```

```

view.getBJBTxt().setText(file);
}
}

```

**Gambar 5. 22 Kode program getPath Hasil Prediksi ICUMSA dan BJB**

Setelah kedua file excel hasil prediksi ICUMSA dan BJB didapatkan kemudian file excel tersebut dibaca, disimpan dan dilakukan kalkulasi untuk pengkategorian kualitas gula berdasarkan SNI 3140.3:2010.

```

private class ButtonCalculateHandler
implements ActionListener {

    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
        String file1 = view.getIcumsaTxt().getText();
        String file2 = view.getBJBTxt().getText();
        if (!file1.equals("")) {
            BacaExcel read = new BacaExcel(file1,
            "Hasil Prediksi");
            if (!read.isError()) {
                HasilIcumsa = read.getData();
                listheaderIcumsa = read.getHeader();
                read.close();
                BacaExcel read2 = new BacaExcel(file2,
                "Hasil Prediksi");
            if (!read2.isError()) {
                HasilBJB = read2.getData();
                listheaderBJB = read2.getHeader();
                read2.close();
                setDataIcumsa(HasilIcumsa,
                listheaderIcumsa);
                setDataBJB(HasilBJB, listheaderBJB);
                setMasukan();
            } else {

                JOptionPane.showMessageDialog(null,
                "Error: ada yang salah dengan data
                training atau testing anda.", "Error!",
                JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            }
        }
    }
}

```

```

        view.dispose();
    }
}
}
}

public String cekKualitas(Double ICUMSA,
Double BJB){
    String kualitas;
    if(BJB>=0.8 && BJB <=1.2){
        if(ICUMSA>80 && ICUMSA <=200){
            kualitas = "GKP 1";
        } else if(ICUMSA >200 && ICUMSA<=300){
            kualitas = "GKP 2";
        }else{
            kualitas = "tidak sesuai standar";
        }
    }else{
        kualitas = "tidak sesuai standar";
    }
    return kualitas;
}
}

```

**Gambar 5. 23 Kode Program Penentuan Kualitas Gula**

### 5.3 Uji Coba Aplikasi

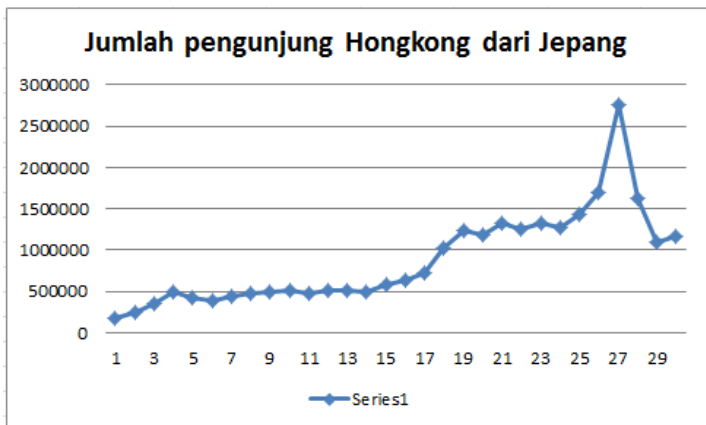
Pada tahapan ini penulis melakukan uji coba dan evaluasi terhadap sistem prediksi kualitas gula yang dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan validasi metode jaringan syaraf tiruan yang dibangun pada sistem prediksi kualitas gula ini.

Pengujian dilakukan terhadap data yang sebelumnya sudah pernah digunakan untuk peramalan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Dengan demikian dapat dilakukan uji validasi sistem prediksi kualitas gula dengan membandingkan hasil peramalan yang telah dilakukan dengan penelitian sebelumnya.

### 5.3.1 Data Uji Coba

Data Uji coba yang digunakan pada uji coba aplikasi ini adalah data yang telah dipakai dan diramalkan pada penelitian sebelumnya. Data tersebut merupakan data yang akan menjadi data masukan dalam proses pengujian.

Data yang penulis gunakan adalah data jumlah pengunjung yang datang ke Hongkong dari Jepang beserta faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya. Penelitian sebelumnya juga menggunakan metode jaringan syaraf tiruan [25]. Data pengunjung yang datang ke Hongkong merupakan data tidak stasioner yang ditunjukkan pada Gambar 5.24.



Gambar 5. 24 Grafik Jumlah pengunjung Hongkong

### 5.4.1 Uji Validasi Aplikasi

Pada tahapan ini penulis melakukan uji coba performa aplikasi dengan menggunakan data uji coba yang telah disebutkan di atas. Penulis melakukan peramalan jumlah pengunjung Hongkong dari Jepang dan membandingkan hasilnya dengan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah diketahui jumlah hidden node yang digunakan yaitu 10 node, dan menghasilkan MAPE sebesar 9.19%. Parameter jaringan syaraf tiruan lainnya seperti nilai learning rate, momentum, epoch, dan maksimal eror yang digunakan juga disesuaikan dengan hasil penelitian sebelumnya seperti ditunjukkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1 Rancangan model JST peramalah pengunjung Hongkong**

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Nilai BJB		
Karakteristik	Jumlah	Deskripsi
Input layer	6 node	1. Harga layanan di Hongkong 2. Harga rata-rata hotel di Hongkong 3. Nilai tukar mata uang Jepang (¥) terhadap US\$. 4. Total jumlah populasi orang di Jepang 5. Biaya promosi Hongkong 6. <i>Gross Domestic Expenditure</i> per Capita in Japan
Hidden layer	10 node	-
Output layer	1 node	Jumlah pengunjung
Learning Rate	0.8	-
Momentum	0.8	-
Epoch	8000	-
Maks. Error	0.01	-

Proses peramalan yang dilakukan meliputi proses pelatihan dan pengujian. Pada proses pelatihan aplikasi menampilkan grafik pembelajaran dan eror pembelajaran yang dilakukan jaringan syaraf tiruan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.25 dan Gambar 5.26



**Gambar 5. 25 Grafik Pembelajaran Peramalan Jumlah Pengunjung**



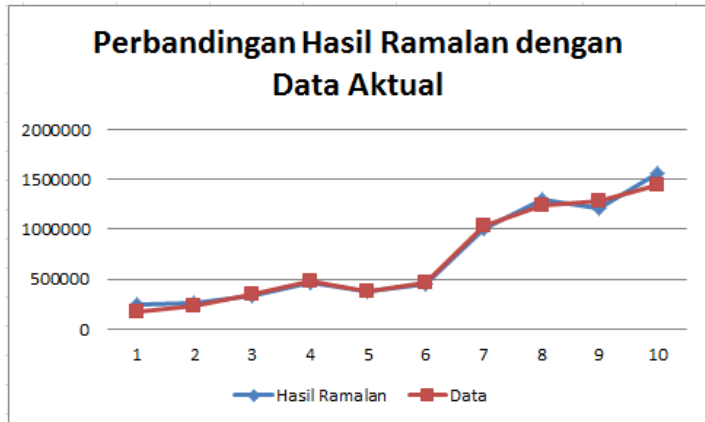
**Gambar 5. 26 Grafik Error Pembelajaran Peramalan jumlah pengunjung**

Hasil peramalan meliputi nilai pesimis, optimis, mostlikely dan hasil peramalan, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2

**Tabel 5. 2 Hasil Peramalan Jumlah Pengunjung Jepang dari Hongkong**

Pesimis	Mostlikely	Optimis	Hasil Ramalan	Data	Kesalahan Relatif
1053166	878803.1	1294976	246941.9	168473	46.57656
46165.08	855889.2	290780.9	256436.7	237950	7.769153
117646.4	836578.6	358253.6	334956.5	349212	4.0822
230884.2	821809.9	467539.8	460242.2	486677	5.431694
369950.5	811953.1	603403.5	376005.2	382740	1.759631
267886.6	799689.9	497593.4	452190.8	472182	4.233796
358924.4	790592.4	585439.6	1003618	1033525	2.893679
921528.7	797158.2	1145521	1291295	1240470	4.097228
1128811	808824.3	1352129	1210545	1280905	5.493017
1168398	820928.9	1393412	1564320	1440632	8.585689

Grafik perbandingan hasil ramalan dan data dapat dilihat pada Gambar 5.27



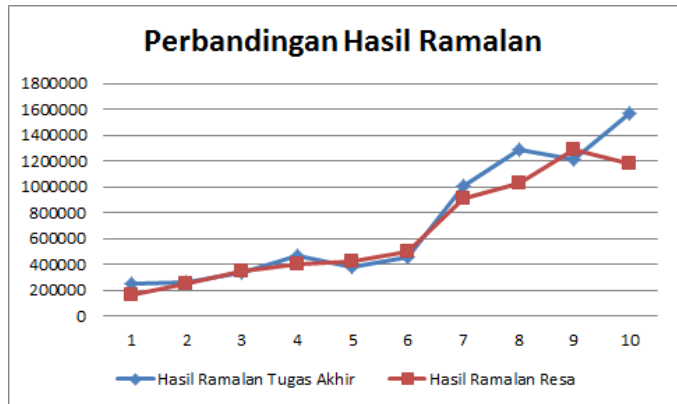
**Gambar 5. 27 Perbandingan Hasil Ramalan dan Data Aktual**

Dari hasil peramalan di atas didapatkan hasil MAPE peramalan sebesar 9.09. Perbandingan MAPE hasil aplikasi tugas akhir ini dengan MAPE penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 5.3 :

**Tabel 5. 3 Perbandingan Hasil MAPE**

35	Penelitian	36	MAPE (%)
	Tugas Akhir		9.09%
	Penelitian		9.19%
Resa			

Perbandingan hasil peramalan yang dilakukan pada Tugas Akhir ini dan penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 5.28



**Gambar 5. 28 Perbandingan Hasil Ramalan**

Dari hasil MAPE yang ditunjukkan pada Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa perbandingan nilai MAPE pada tugas akhir ini dan penelitian sebelumnya hanya terdapat selisih 0.10%. Hasil peramalan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan tidak bisa menghasilkan MAPE yang tepat karena besar nilai bobot dan bias tidak ditentukan atau random. Namun selisih ini tidak terlalu berpengaruh karena jika dibulatkan, kedua hasil peramalan menghasilkan MAPE yang sama yaitu 9%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem prediksi kualitas gula pada Tugas Akhir ini valid.

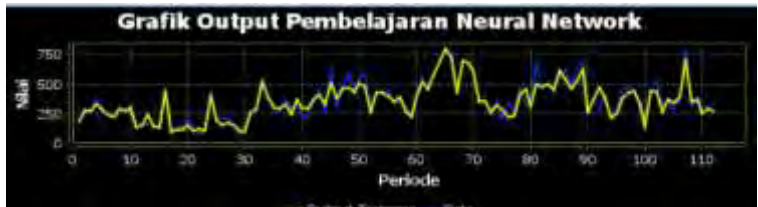


## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, penulis menyampaikan hasil dan pembahasan masalah yang telah didefinisikan pada bab sebelumnya terkait penerapan jaringan syaraf tiruan untuk prediksi kualitas gula di PT. PG Rajawali I Surabaya. Bab ini meliputi hasil prediksi warna larutan gula (ICUMSA), hasil prediksi besar jenis butir gula (BJB), hasil pengkategorian kualitas gula, analisis faktor yang mempengaruhi kualitas gula serta rekomendasi untuk perusahaan.

### 6.1. Prediksi Warna Larutan (ICUMSA)

Prediksi warna larutan (ICUMSA) dilakukan menggunakan model jaringan syaraf tiruan yang telah ditentukan pada bab sebelumnya (**Error! Reference source not found.**). Pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan menggunakan 112 data harian giling pada periode giling ke-1 hingga periode giling ke-8. Grafik output pembelajaran jaringan syaraf tiruan dan Grafik error pembelajaran jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada Gambar 6. 1 dan Gambar 6. 2.



**Gambar 6. 1 Grafik Output Pembelajaran Neural Network (Prediksi ICUMSA)**



**Gambar 6. 2 Grafik Error Pembelajaran Neural Network - Prediksi ICUMSA**

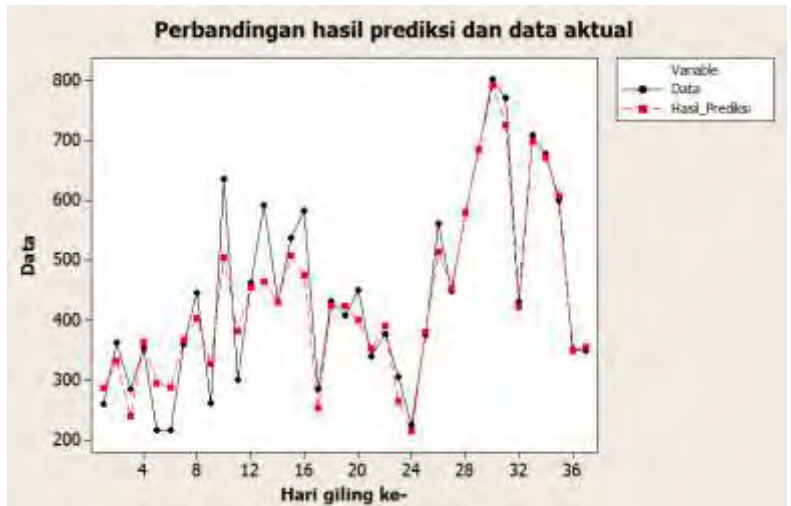
Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dilakukan dengan menggunakan 37 hari giling pada periode giling ke-9 hingga periode giling ke-11. Hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) Gula Kristal Putih ditunjukkan pada Tabel 6. 1

**Tabel 6. 1 Hasil Prediksi Warna Larutan (ICUMSA)**

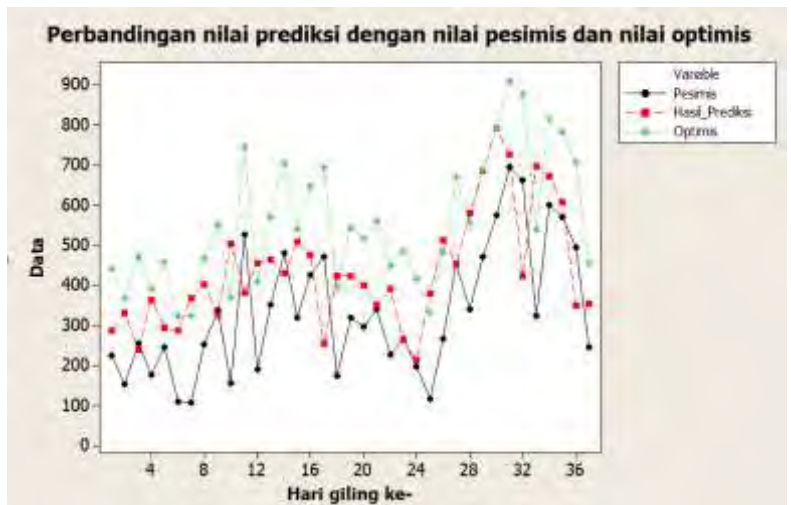
Pesimis	Mostlikely	Optimis	Hasil Prediksi	Data	MAPE (%)
225.655	360.1813	442.225	287.1639	261.41	9.851937
153.5154	359.3072	369.3046	332.0391	364.06	8.795509
256.4911	359.3489	471.6289	240.1187	285.3	15.83641
177.8876	358.705	392.7124	363.5327	352.59	3.103523
245.6401	358.6523	459.5399	295.5848	217.62	35.82611
110.1766	357.4469	325.0634	288.0078	216.43	33.07203
108.6537	356.2518	324.2063	367.7763	360.7	1.961834
253.3866	356.2892	468.0134	403.3948	445.96	9.544623
338.8301	357.0365	553.0899	326.878	262.89	24.34023
155.5898	356.2584	370.1902	505.6199	636.11	20.51376
526.6956	358.5523	745.5244	381.4756	300.48	26.95541
190.557	358.0801	410.403	455.9075	462.62	1.450985
353.1505	358.9232	572.0895	464.2852	592.6	21.65286
481.2063	360.7926	703.9937	430.4674	431.47	0.232357
320.5347	361.3535	542.4053	508.1821	537.16	5.394658
426.5587	362.7378	647.7613	475.877	583.4	18.4304

Pesimis	Mostlikely	Optimis	Hasil Prediksi	Data	MAPE (%)
471.6281	364.4618	695.1719	254.767	285.75	10.8427
174.2944	363.8516	397.2056	424.406	432.32	1.830577
321.3	364.3783	543.34	424.9041	408.78	3.944442
298.1633	364.7172	519.3967	400.2876	450.5	11.14592
339.9735	365.3671	561.0265	353.1606	339.38	4.060517
229.2579	365.1717	449.5021	391.3621	376.77	3.872954
267.0445	365.2583	486.4955	265.2077	306.58	13.49478
197.0451	364.8236	416.1149	214.987	225.89	4.826694
116.7559	363.802	335.0241	380.4907	375.21	1.407391
266.4841	363.8853	483.9359	513.9757	561.7	8.496402
453.0797	365.3187	670.3203	454.3368	448.52	1.296896
340.2992	365.9173	556.7408	580.2505	580.83	0.099772
473.0087	367.4524	688.6513	685.4201	684.24	0.172471
576.8136	369.6991	791.6664	791.8596	803.17	1.408218
696.1177	372.7517	910.2223	726.9355	770.9	5.703016
663.9836	375.536	877.8164	423.1444	432.34	2.126935
325.7961	375.9305	538.8839	698.0439	708.45	1.468851
602.2714	378.2237	814.6286	672.4512	678.3	0.862272
572.4924	380.279	784.1076	608.6708	600.93	1.288145
495.4862	381.78	706.3738	350.1373	351.9	0.500913
246.8233	381.5781	456.9767	355.3124	348.78	1.87294

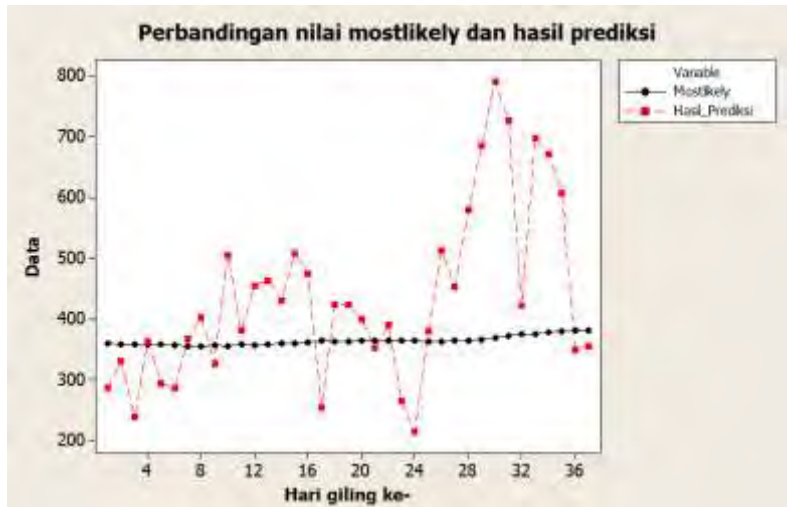
Pada saat proses prediksi, sistem menampilkan 6 nilai sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 6. 1. Berikut merupakan grafik perbandingan hasil prediksi dengan data aktual, nilai mostlikely, nilai pesimis, dan nilai optimis.



Gambar 6. 3 Grafik perbandingan data aktual dengan hasil prediksi



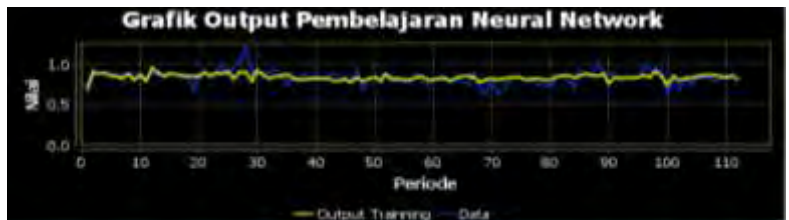
Gambar 6. 4 Grafik perbandingan nilai pesimis , optimis dengan hasil prediksi



Gambar 6. 5 Grafik perbandingan nilai mostlikely dengan hasil prediksi

## 6.2. Prediksi Besar Jenis Butir (BJB)

Prediksi Besar Jenis Butir dilakukan menggunakan model jaringan syaraf tiruan untuk prediksi nilai BJB yang telah ditentukan pada bab sebelumnya (Tabel 4.12). Pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan menggunakan 112 data harian giling pada periode giling ke-1 hingga periode giling ke-8. Grafik output pembelajaran jaringan syaraf tiruan dan Grafik error pembelajaran jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada Gambar 6. 6 dan Gambar 6. 7.



Gambar 6. 6 Grafik Output Pembelajaran Neural Network (Prediksi –BJB)



**Gambar 6. 7 Grafik Error Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan (Prediksi – BJB)**

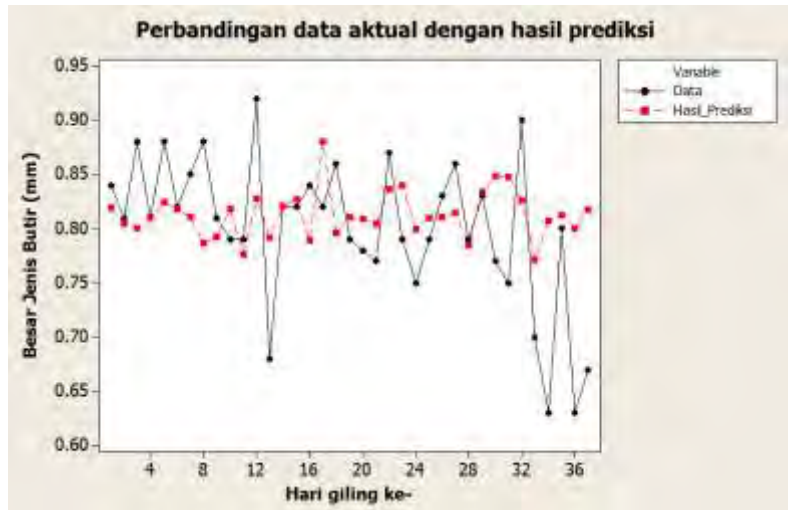
Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dilakukan dengan menggunakan 37 hari giling pada periode giling ke-9 hingga periode giling ke-11. Hasil prediksi besar jenis butir (BJB) Gula Kristal Putih ditunjukkan pada Tabel 6. 2 berikut.

**Tabel 6. 2 Hasil Prediksi Besar Jenis Butir (BJB)**

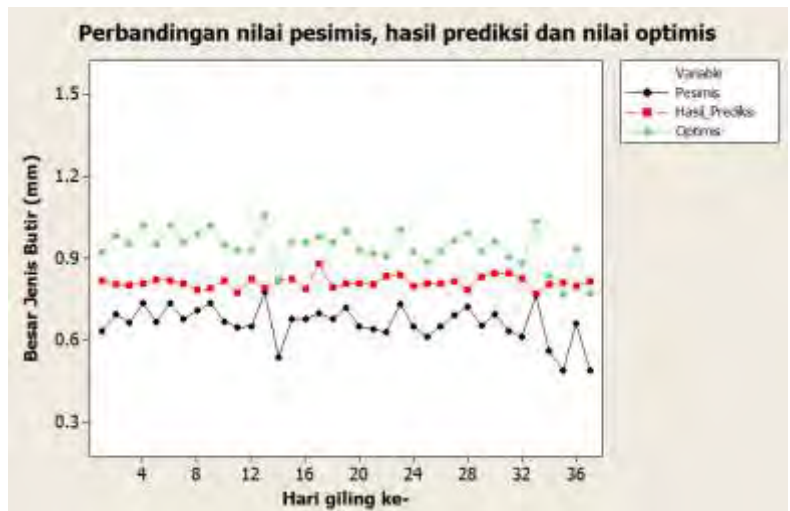
Pesimis	Mostlikely	Optimis	Hasil Prediksi	Data	MAPE (%)
0.635948	0.833518	0.924052	0.819155	0.84	2.481511
0.696558	0.833575	0.983442	0.804604	0.81	0.666153
0.66721	0.833368	0.95279	0.800754	0.88	9.005205
0.737091	0.833774	1.022909	0.810697	0.81	0.086093
0.667732	0.833569	0.952268	0.82422	0.88	6.338617
0.737991	0.833966	1.022009	0.818299	0.82	0.207454
0.678616	0.833847	0.961384	0.810323	0.85	4.667894
0.709046	0.833983	0.990954	0.786206	0.88	10.65839
0.73862	0.834367	1.02138	0.792218	0.81	2.195276
0.66919	0.834165	0.95081	0.818751	0.79	3.63933
0.649693	0.833803	0.930307	0.776664	0.79	1.688056
0.650264	0.833447	0.929736	0.827598	0.92	10.04367
0.779868	0.834145	1.060132	0.792093	0.68	16.48424
0.539023	0.832912	0.820977	0.820693	0.82	0.08453
0.679604	0.83281	0.960396	0.826895	0.82	0.840812
0.680171	0.832709	0.959829	0.788902	0.84	6.083146

Pesimis	Mostlikely	Optimis	Hasil_Prediksi	Data	MAPE (%)
0.700447	0.832766	0.979553	0.880226	0.82	7.344653
0.680606	0.832667	0.959394	0.795662	0.86	7.481166
0.720706	0.832877	0.999294	0.810774	0.79	2.629601
0.65121	0.83255	0.92879	0.809021	0.78	3.720656
0.641663	0.832152	0.918337	0.804275	0.77	4.451315
0.632074	0.831684	0.907926	0.836205	0.87	3.884502
0.732484	0.83197	1.007516	0.839957	0.79	6.323608
0.652743	0.831659	0.927257	0.799815	0.75	6.64197
0.613001	0.831059	0.886999	0.809411	0.79	2.457098
0.653478	0.830759	0.926522	0.810381	0.83	2.363677
0.693949	0.830754	0.966051	0.814814	0.86	5.254188
0.72424	0.830964	0.99576	0.784689	0.79	0.672319
0.654738	0.830671	0.925262	0.834237	0.83	0.510533
0.695232	0.830667	0.964768	0.848149	0.77	10.14927
0.635089	0.830239	0.904911	0.847795	0.75	13.0393
0.614594	0.829678	0.885406	0.826469	0.9	8.170088
0.76453	0.830167	1.03547	0.770712	0.7	10.10175
0.564507	0.829269	0.835493	0.806825	0.63	28.06747
0.491881	0.827904	0.768119	0.811988	0.8	1.498553
0.662352	0.827714	0.937648	0.800692	0.63	27.09401
0.49002	0.826378	0.76998	0.81727	0.67	21.98062

Pada saat proses prediksi, sistem menampilkan 6 nilai sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 6. 2. Berikut merupakan grafik perbandingan hasil prediksi dengan data aktual, nilai mostlikely, nilai pesimis, dan nilai optimis.

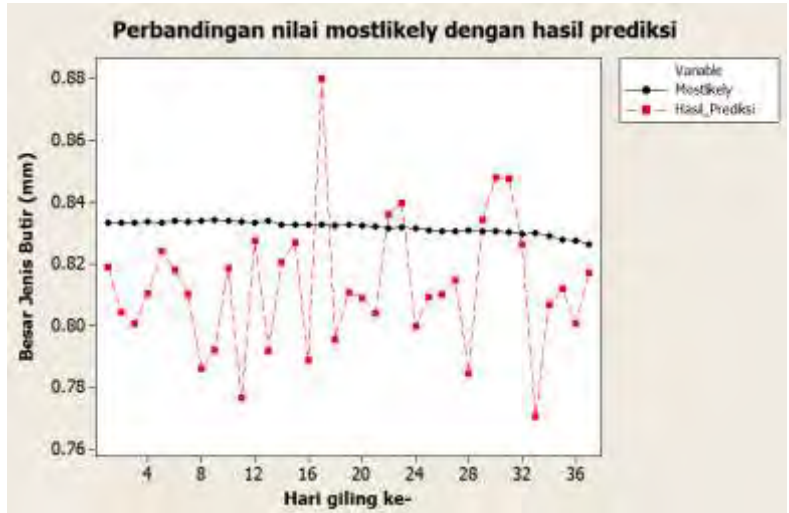


Gambar 6. 8 Grafik perbandingan data aktual dengan hasil prediksi BJB



Gambar 6. 9 Grafik perbandingan nilai pesimis, optimis dan hasil prediksi BJB





Gambar 6. 10 Grafik perbandingan nilai mostlikely dengan hasil prediksi

### 6.3. Penentuan Kualitas Gula Kristal Putih

Hasil prediksi warna larutan gula kristal putih (ICUMSA) dan besar jenis butir gula kristal putih (BJB) yang didapatkan kemudian digunakan untuk pengkategorian kualitas gula berdasarkan SNI 3140.3:2010 yang terdapat pada Tabel 6. 3. Berikut merupakan kualitas gula kristal putih PG Rejo Agung pada hari giling ke 113 s/d 149 sesuai dengan hasil prediksi ICUMSA dan BJB yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 6. 3 Kategori kualitas gula

Hari giling ke-	Hasil Prediksi ICUMSA	Hasil Prediksi BJB	Kategori
113	287.1639	0.819155	GKP 2
114	332.0391	0.804604	Tidak sesuai standar
115	240.1187	0.800754	GKP 2

Hari giling ke-	Hasil Prediksi ICUMSA	Hasil Prediksi BJB	Kategori
116	363.5327	0.810697	Tidak sesuai standar
117	295.5848	0.82422	GKP 2
118	288.0078	0.818299	GKP 2
119	367.7763	0.810323	Tidak sesuai standar
120	403.3948	0.786206	Tidak sesuai standar
121	326.878	0.792218	Tidak sesuai standar
122	505.6199	0.818751	Tidak sesuai standar
123	381.4756	0.776664	Tidak sesuai standar
124	455.9075	0.827598	Tidak sesuai standar
125	464.2852	0.792093	Tidak sesuai standar
126	430.4674	0.820693	Tidak sesuai standar
127	508.1821	0.826895	Tidak sesuai standar
128	475.877	0.788902	Tidak sesuai standar
129	254.767	0.880226	GKP 2
130	424.406	0.795662	Tidak sesuai standar
131	424.9041	0.810774	Tidak sesuai standar
132	400.2876	0.809021	Tidak sesuai standar
133	353.1606	0.804275	Tidak sesuai standar

Hari giling ke-	Hasil Prediksi ICUMSA	Hasil Prediksi BJB	Kategori
134	391.3621	0.836205	Tidak sesuai standar
135	265.2077	0.839957	GKP 2
136	214.987	0.799815	GKP 2
137	380.4907	0.809411	Tidak sesuai standar
138	513.9757	0.810381	Tidak sesuai standar
139	454.3368	0.814814	Tidak sesuai standar
140	580.2505	0.784689	Tidak sesuai standar
141	685.4201	0.834237	Tidak sesuai standar
142	791.8596	0.848149	Tidak sesuai standar
143	726.9355	0.847795	Tidak sesuai standar
144	423.1444	0.826469	Tidak sesuai standar
145	698.0439	0.770712	Tidak sesuai standar
146	672.4512	0.806825	Tidak sesuai standar
147	608.6708	0.811988	Tidak sesuai standar
148	350.1373	0.800692	Tidak sesuai standar
149	355.3124	0.81727	Tidak sesuai standar

Dari hasil kategori kualitas gula pada Tabel 6. 3, didapatkan kesalahan prediksi dan penentuan kualitas

gula sebanyak 3 hari giling. Prediksi dan penentuan kualitas gula pada tugas akhir ini memiliki tingkat error sebanyak 8% atau tingkat akurasi sebesar 92%. Kesalahan penentuan kualitas gula terjadi pada hari giling ke 121, 135, dan 136.

**Tabel 6. 4 Kesalahan prediksi dan penentuan kualitas gula**

Hari giling ke-	Prediksi			Aktual		
	ICUMSA	BJB	Kategori Kualitas	ICUMSA	BJB	Kategori Kualitas
121	326.878	0.792218	Tidak sesuai standar	262.89	0.81	GKP 2
135	265.2077	0.839957	GKP 2	306.58	0.79	Tidak sesuai standar
136	214.987	0.799815	GKP 2	225.89	0.75	Tidak sesuai standar

#### **6.4 Analisis Hasil Kualitas Gula PT. PG Rajawali I**

Kualitas gula yang dihasilkan PG. Rejoagung pada hari giling ke 113 s/d 149 kurang baik karena 7 hari giling menghasilkan gula kualitas GKP 2, dan 30 hari giling menghasilkan gula dengan kualitas tidak sesuai SNI 2010. Kualitas gula yang kurang baik dipengaruhi oleh faktor-faktor pada proses yang kurang baik atau tidak sesuai standar. Penulis melakukan pengamatan nilai parameter proses di tiap stasiun produksi untuk 37 hari giling gula kristal putih yaitu stasiun gilingan, pemurnian, penguapan dan masakan. Pengamatan tersebut digunakan untuk melihat faktor produksi mana yang perlu ditingkatkan untuk menghasilkan kualitas gula kristal putih yang lebih baik. Hasil pengamatan penulis ditampilkan pada tabel berikut :

**Tabel 6. 5 Kesesuaian standar parameter proses pada tiap stasiun**

Hari giling ke-	Stasiun Gilingan	Stasiun Pemurnian	Stasiun Penguapan	Stasiun Masakan	Kualitas
113	O	X	X	X	GKP 2
114	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
115	O	X	X	X	GKP 2
116	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
117	O	X	X	X	GKP 2
118	O	X	X	X	GKP 2
119	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
120	X	O	X	O	Tidak sesuai standar
121	O	X	X	O	GKP 2
122	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
123	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
124	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
125	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
126	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
127	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
128	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
129	O	X	X	X	GKP 2
130	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
131	X	O	X	O	Tidak sesuai standar
132	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
133	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
134	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
135	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
136	X	O	X	X	Tidak sesuai standar
137	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
138	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
139	X	X	X	X	Tidak sesuai standar

Hari giling ke-	Stasiun Gilingan	Stasiun Pemurnian	Stasiun Penguapan	Stasiun Masakan	Kualitas
140	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
141	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
142	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
143	X	X	X	X	Tidak sesuai standar
144	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
145	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
146	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
147	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
148	X	X	X	O	Tidak sesuai standar
149	X	X	X	X	Tidak sesuai standar

Keterangan :

O = Nilai parameter pada stasiun sudah memenuhi standar

X = Nilai parameter pada stasiun tidak memenuhi standar

Data yang penulis gunakan untuk melakukan analisis faktor produksi adalah data nilai ICUMSA dan BJB yang sebenarnya, bukan dari hasil prediksi. Persentasi jumlah parameter proses yang memenuhi standar ditunjukkan pada Tabel 6.6.

**Tabel 6. 6 Jumlah parameter proses yang memenuhi standar**

Stasiun Gilingan	Stasiun Pemurnian	Stasiun Penguapan	Stasiun Masakan	Kualitas
16.22%	0.00%	0.00%	2.70%	GKP 2
0.00%	8.10%	0.00%	56.76%	Tidak sesuai standar

Dari Tabel 6.6 tersebut dapat disimpulkan beberapa faktor produksi yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih pada PG. Rejo Agung Baru, Madiun sebagai berikut

- Stasiun Gilingan

Sebesar 16.22% dari 37 hari giling memenuhi standar parameter proses, dan keseluruhan hari giling yang memenuhi parameter proses tersebut masuk ke kategori GKP 2. Sehingga dapat dilihat bahwa stasiun gilingan berpengaruh besar untuk menghasilkan kualitas gula yang baik, karena ketika parameter pada stasiun gilingan sudah memenuhi standar, kualitas gula yang dihasilkan memenuhi SNI 2010 pada GKP 2, meski proses pada stasiun lain tidak sesuai standar. Namun ketika parameter pada stasiun gilingan tidak memenuhi standar pada stasiun gilingan, meskipun stasiun lainnya memenuhi standar, tidak menghasilkan kualitas gula yang memenuhi SNI 2010

Berdasarkan analisis dan wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I, diketahui bahwa stasiun gilingan berfungsi untuk memerah nira tebu. Nira yang diperah ini disebut dengan nira mentah. Parameter utama penentu proses di stasiun gilingan ini baik atau tidak adalah Gula Reduksi Nira Mentah dan HK Nira mentah. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap 37 hari giling periode 2014, untuk menghasilkan gula sesuai dengan SNI 2010, nilai gula reduksi nira mentah dan HK nira mentah harus sesuai standar. Penentu kedua nilai ini baik atau tidak adalah kualitas tebu yang digunakan. Apabila tebu yang digunakan berkualitas baik, maka nira mentah yang diperah akan baik pula, dan akan menghasilkan Gula Reduksi Nira Mentah dan HK Nira Mentah yang baik.

- Stasiun Pemurnian

Berdasarkan Tabel 6.6, dapat dilihat bahwa 8.10% dari 37 hari giling memenuhi standar

parameter proses pada stasiun pemurnian, namun meski memenuhi standar, 8.10% hari giling tersebut tidak sesuai standar SNI 2010. Hal ini disebabkan karena parameter proses pada stasiun lainnya tidak terpenuhi. Berdasarkan wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I, parameter proses yang harus sesuai standar pada stasiun penguapan adalah Turbiduty nira encer dan kadar CaO.

- Stasiun Penguapan

Berdasarkan Tabel 6.7, dapat dilihat bahwa dari 37 hari giling tidak ada yang memenuhi standar parameter proses pada stasiun penguapan. Berdasarkan wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I Surabaya, parameter proses yang harus sesuai standar pada stasiun penguapan adalah HK Nira kental tersulfitir dan PH nira kental tersulfitir. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa mayoritas nilai HK Kental tersulfitir memenuhi standar namun nilai PH Nira kental tersulfitir tidak memenuhi standar sehingga mengakibatkan seluruh hari giling pada stasiun penguapan tidak memenuhi standar.

- Stasiun Masakan

Berdasarkan Tabel 6.7, dapat dilihat bahwa sebesar 56.76% dari 37 hari giling yang dianalisis, memenuhi standar parameter proses pada stasiun masakan. Persentase ini cukup besar, namun kualitas gula yang dihasilkan tidak sesuai standar SNI 2010. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa proses pada stasiun masakan memberikan pengaruh kecil terhadap kualitas gula yang dihasilkan. Berdasarkan wawancara terhadap Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I Surabaya, parameter proses yang harus sesuai standar pada stasiun masakan adalah HK Masakan A, HK Masakan C, dan HK Masakan D.



## 7.2 Rekomendasi untuk Perusahaan

Berdasarkan analisis hasil kualitas gula PT. PG Rajawali I yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya (subbab 6.4) terdapat beberapa rekomendasi untuk perusahaan agar dapat meningkatkan kualitas gula kristal putih yaitu sebagai berikut :

- Stasiun Gilingan

Stasiun gilingan merupakan penentu utama kualitas gula yang dihasilkan. Parameter proses pada stasiun gilingan ini dapat baik apabila tebu yang digunakan berkualitas baik. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I, diketahui bahwa tebu yang digunakan berasal dari beberapa petani lokal. Pasokan tebu dari beberapa petani tersebut kemudian dikumpulkan menjadi satu, kemudian diproses di stasiun gilingan untuk diperah niranya. Perusahaan tidak mengetahui apa dan bagaimana kualitas tebu yang masuk ke dalam stasiun gilingan.

Untuk menghasilkan kualitas gula yang lebih baik, perusahaan perlu untuk melakukan evaluasi dan seleksi tebu yang digunakan, sehingga kualitas tebu yang digunakan dapat terjaga sehingga menghasilkan gula berkualitas baik.

- Stasiun Pemurnian

Stasiun pemurnian ini berfungsi untuk memurnikan nira mentah dari stasiun gilingan menjadi nira jernih dengan melakukan reaksi kimia. Sehingga untuk meningkatkan kualitas gula yang dihasilkan perusahaan perlu melakukan evaluasi proses kimia pada stasiun pemurnian.

- Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan ini berfungsi untuk menguapkan nira jernih dari stasiun pemurnian menjadi nira kental. Perusahaan perlu melakukan evaluasi proses pada stasiun penguapan. Berdasarkan

hasil wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I Surabaya, diketahui bahwa kestabilan uap pemanas dan *flow* nira encer yang menjadi penentu standar proses pada stasiun penguapan terpenuhi. Perusahaan dapat melakukan pengawasan terhadap operator agar uap pemanas dan *flow* nira encer stabil dan standar proses pada stasiun penguapan terpenuhi.

- Stasiun Masakan

Stasiun Masakan ini merupakan tempat berlangsungnya proses kristalisasi nira kental dari stasiun penguapan menjadi butir-butir gula kristal putih. Stasiun Masakan menjadi penentu besar jenis butir yang dihasilkan. Apabila standar proses pada stasiun masakan terpenuhi, besar jenis butir yang dihasilkan dapat sesuai dengan SNI 2010 yaitu 0,8-1,2.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Teknologi PT. PG Rajawali I Surabaya, diketahui bahwa kestabilan uap pemanas dan *flow* nira kental yang menjadi penentu standar proses pada stasiun masakan terpenuhi. Perusahaan dapat melakukan pengawasan terhadap operator agar uap pemanas dan *flow* nira kental selalu stabil dan standar proses pada stasiun masakan terpenuhi.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Setelah melaksanakan seluruh tahapan pengerjaan tugas akhir ini, berikut merupakan beberapa kesimpulan yang dapat diambil :

1. Setelah melakukan uji coba prediksi kualitas gula kristal putih dengan menggunakan aplikasi tugas akhir ini, didapatkan hasil bahwa dari 37 hari giling pada periode 2014, sebanyak 18.92% gula yang diproduksi PG. Rejo Agung Baru berkualitas GKP2, sedangkan sisanya sebesar 81.08% gula yang diproduksi PG. Rejo Agung Baru kualitasnya dibawah standar SNI 3140.3:2010. Hasil prediksi ini memiliki selisih sebesar 2.7% jika dibandingkan dengan data sebenarnya. Pada perhitungan data sebenarnya, selama 37 hari giling pada periode 2014, sebanyak 16.22% berkualitas GKP2, sedangkan sisanya sebesar 83.78% kualitas gula yang dihasilkan di bawah standar SNI 3140.3:2010.
2. Hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) dan besar jenis butir (BJB) masih berada pada selang nilai optimis dan nilai pesimis sehingga hasil prediksi dapat dikatakan baik.
3. Hasil prediksi warna larutan (ICUMSA) memiliki MAPE sebesar 8.58% dan hasil prediksi besar jenis butir (BJB) memiliki nilai kesalahan MAPE sebesar 6.72%, kurang dari batas MAPE 20% sehingga hasil prediksi dapat dikatakan baik. Tingkat akurasi prediksi dan penentuan kualitas gula kristal putih pada 37 hari giling periode 2014 adalah 92%

4. Setelah melakukan analisis dan pengamatan terhadap setiap nilai parameter proses pada stasiun gilingan, pemurnian, penguapan, dan masakan, diketahui bahwa faktor utama penyebab kualitas gula yang dihasilkan buruk adalah kualitas tebu yang digunakan dan pengawasan proses produksi pada stasiun pemurnian, penguapan dan masakan. Dari hasil pengamatan terhadap 37 hari giling pada periode 2014, didapatkan hasil bahwa 34 hari giling tidak memenuhi standar proses pada stasiun pemurnian, 37 hari giling tidak memenuhi standar proses pada stasiun penguapan, dan 21 hari giling tidak memenuhi standar proses pada stasiun masakan.
5. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap 37 hari giling, diketahui bahwa ketika parameter proses pada stasiun gilingan sesuai standar, menghasilkan gula dengan kualitas GKP2, sedangkan apabila parameter proses pada stasiun gilingan tidak sesuai standar, menghasilkan kualitas gula di bawah standar SNI 2010. Nilai setiap parameter proses pada stasiun gilingan ditentukan oleh kualitas tebu yang digunakan, sehingga kualitas tebu perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kualitas gula.
6. Model jaringan syaraf tiruan yang baik digunakan untuk memprediksi warna larutan gula kristal putih (ICUMSA) adalah jaringan syaraf tiruan dengan *hidden node* sebanyak 5, *learning rate* sebesar 0.1, *momentum* sebesar 0.9, dan *epoch* sebesar 1000. Hal ini sesuai dengan hasil uji coba yang dilakukan pada tugas akhir ini sebanyak 450 kali didapatkan rata-

rata MAPE dengan menggunakan model tersebut sebesar 8.58%. Untuk memprediksi besar jenis butir gula kristal putih (BJB), model jaringan syaraf tiruan yang baik digunakan adalah jaringan syaraf tiruan dengan *hidden node* sebanyak 3, *learning rate* sebesar 0.1, *momentum* sebesar 0.9, dan *epoch* sebesar 1000. Hal ini sesuai dengan uji coba yang dilakukan penulis pada tugas akhir ini sebanyak 250 kali dan didapatkan rata-rata MAPE dengan menggunakan model tersebut sebesar 6.72%

## 7.2 Saran

Untuk proses pelatihan jaringan syaraf tiruan yang lebih efisien dapat dilakukan pengembangan aplikasi tugas akhir ini dengan menambahkan proses pengambilan bobot dan bias yang paling optimal, sehingga menghasilkan nilai MAPE yang paling baik dari parameter jaringan syaraf tiruan yang digunakan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Daftar Pustaka

- [1] A. Ardiyanto, "SINDONEWS.com," 24 April 2014. [Online]. Available: <http://ekbis.sindonews.com/read/857306/34/kualitas-gula-indonesia-di-bawah-thailand>. [Diakses 27 September 2014].
- [2] PG Rajawali 2, "Tentang Kami," 2014. [Online]. Available: <http://www.pg-rajawali2.com/tentangkami/direksi>. [Diakses 10 Oktober 2014].
- [3] T. Purnawati, "Pikiran Rakyat Online," 21 September 2014. [Online]. Available: <http://www.pikiran-rakyat.com/node/297756>. [Diakses 22 September 2014].
- [4] Kompas, "Kompas News," 29 Desember 2010. [Online]. Available: <http://nasional.kompas.com/read/2010/12/29/04304152/about.html>. [Diakses 27 September 2014].
- [5] B. & B. G.-S. Debska, "Application of artificial neural network in food classification," *Analytica Chimica Acta*, pp. 283 - 291, 2011.
- [6] V. .. I. T. & D. R. Olunloyo, "Neural network-based electronic nose for cocoa beans quality," *Agricultural Engineering International : CIGR Journal* , pp. 1-17, 2011.
- [7] Z. Ma, X. Song, R. Wan, L. Gao dan D. Jiang, "Artificial neural network modeling of the water quality in

intensive,” *Aquaculture*, pp. 307 - 312, 2014.

- [8] S. Tiriyaki, S. Ozsahin dan I. Yildirim, “Comparison of artificial neural network and multiple linear regression,” *International Journal Adhesion & Adhesives*, pp. 29 - 36, 2014.
- [9] E. Turban, R. Sarda dan D. Delen, *Decision Support and Business Intelligence System*, New Jersey: Pearson Education, Inc., 2011.
- [10] Asosiasi Gula Rafinasi Indonesia, “Proses Pembuatan Gula Kristal Dari Tebu,” [Online]. Available: <http://www.agrifinasi.org/tentang-gula/membuat-gula/gula-tebu>. [Diakses 23 September 2014].
- [11] Badan Standarisasi Nasional, “Standar Nasional Indonesia,” Badan Standarisasi Nasional, 2010.
- [12] IPB, [Online]. Available: [http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/elearning/media/Teknik%20Pasca%20Panen/tep440\\_files/Pengolahantebu.htm](http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/elearning/media/Teknik%20Pasca%20Panen/tep440_files/Pengolahantebu.htm). [Diakses 26 September 2014].
- [13] PG Rajawali I, “PG Rajawali I,” [Online]. Available: [http://pgrajawali1.co.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=42&Itemid=1](http://pgrajawali1.co.id/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=1). [Diakses 25 September 2014].
- [14] P. L. Smith, *An Introduction to Neural Network*, Centre for Cognitive and Computational Neuroscience Department of Computing and Mathematics University of Stirling, 2003.



- [15] S. Haykin, Neural Networks : A Comprehensive Foundation, MacMillan, 1994.
- [16] J. Zurada, Introduction To Artificial Neural Systems, Boston: PWS, 1992.
- [17] S. Puspitorini, “Penyelesaian Masalah Travelling Salesman Problem dengan Jaringan Syaraf Self Organizing,” *Jurnal Media Informatika*, vol. 6 No.1, pp. 39 - 55 , 2012.
- [18] S. Kusumadewi, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya), Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [19] Negnevitsky, Artificial Intelligence : A Guide to Intelligence Systems, Harlow: Addison-Wesley, 2005.
- [20] L. Fausset, Fundamentals of Neural Networks : Architechure, Alghorithms, and Applications, New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc, 1994.
- [21] J. Han dan M. Kamber, Data Mining Concept and Techniques, USA: Elsevier, Inc, 2012.
- [22] M. H. Purnomo dan A. Kurniawan, Supervised Neural Network dan Aplikasinya, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [23] B. Karlik dan A. V. Olgac, “Performance Analysis of Various Activation Function in Generalized MLP Architectures of Neural Networks,” *International Juurnal of Artificial Intelligence and Expert Systems (IJAE)*, vol. 1, no. 4, p. 1, 2011.

- [24] Heaton Research, Inc., “encog,” November 2010. [Online]. Available: <http://www.heatonresearch.com>.
- [25] R. Alfarisi, Pembuatan perangkat lunak peramalan menggunakan metode ANN dengan memanfaatkan Library Encog Java, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011.

**LAMPIRAN – A**  
**DATA PARAMETER PROSES PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH TAHUN 2014**

- **Stasiun Gilingan**

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
1	5/23/2014	3.72	11.27	10.38	24.22	64.3	5.23
2	5/24/2014	5.46	11.62	12.93	9.6	63.45	5.33
3	5/25/2014	6.22	12.62	12.36	8.75	70.74	6.77
4	5/26/2014	5.25	40.82	11.44	7.78	68	6.8
5	5/27/2014	5.72	10.04	11.65	7.91	67.9	6.87
6	5/28/2014	5.47	24.53	12.11	8.37	69.13	4.91
7	5/29/2014	4.92	24.15	12.3	7.35	59.78	5.35
8	5/30/2014	5.52	16.71	12.15	8.06	66.33	4.86
9	5/31/2014	5.46	16.17	10.94	7.86	71.84	4.86
10	6/1/2014	3.75	32.02	12.31	8.66	70.51	4.31
11	6/2/2014	4.30	19.05	12.44	9.88	79.46	4.84

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
12	6/3/2014	5.03	13.41	11.33	7.21	63.7	5.11
13	6/4/2014	4.23	16.71	11.89	8.81	74.09	5.5
14	6/5/2014	4.74	13.45	10.93	7.34	67.17	5.03
15	6/6/2014	5.17	8.21	11.32	7.58	66.94	4.9
16	6/7/2014	5.09	20.9	11.34	8.14	72.02	5.22
17	6/8/2014	12.27	14.79	10.15	8.23	81.12	4.86
18	6/9/2014	4.36	27.49	12.26	9.25	72.95	5.24
19	6/10/2014	4.60	14.7	14.72	11.57	78.58	4.94
20	6/11/2014	4.89	12.35	11.9	9.94	75.96	5.04
21	6/12/2014	4.63	14.62	12.31	8.58	69.68	4.87
22	6/13/2014	4.89	14.64	14.48	8.81	60.87	4.9
23	6/14/2014	4.20	17.27	10.42	7.3	70.1	4.74
24	6/15/2014	5.18	17.16	11.93	8.5	71.23	4.82
25	6/16/2014	4.80	13.48	10.31	7.78	75.44	4.98

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
26	6/17/2014	4.60	18.89	9.53	6.66	69.9	4.67
27	6/18/2014	4.70	21.09	12.47	9.72	77.94	4.76
28	6/19/2014	4.60	19.17	12.36	8.76	70.92	4.31
29	6/20/2014	4.66	15.34	11.73	8.59	73.19	4.98
30	6/21/2014	5.03	14.68	10.01	7.28	72.73	4.94
31	6/22/2014	6.26	18.18	11.66	8.37	71.79	4.96
32	6/23/2014	4.42	19.61	10.81	7.17	66.31	4.67
33	6/24/2014	4.31	39.81	11.73	8.76	74.65	10.06
34	6/25/2014	4.55	9.91	11.8	8.92	75.56	9.07
35	6/26/2014	4.10	11.72	13.31	9.53	71.61	5.21
36	6/27/2014	4.29	12.69	10.32	7.2	69.54	4.33
37	6/28/2014	4.20	33.42	11.7	9.08	77.62	4.67
38	6/29/2014	4.54	15.23	11.82	9.2	77.81	4.41
39	6/30/2014	4.59	24.5	12.12	8.64	71.3	4.98

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
40	7/1/2014	4.27	13.3	11.05	8.25	74.7	4.74
41	7/2/2014	4.01	25.43	13.215	9.04	71.99	5.38
42	7/3/2014	4.07	11.96	12.29	9.31	75.81	8.39
43	7/4/2014	4.16	11.96	11.41	8.6	73.59	6.86
44	7/5/2014	4.06	11.72	13.2	9.9	75.01	7.7
45	7/6/2014	4.05	11.76	11.82	8.92	75.46	5.78
46	7/7/2014	4.01	11.86	11.73	8.6	73.34	4.91
47	7/8/2014	4.08	11.88	11.54	8.65	74.93	9.54
48	7/9/2014	4.28	11.92	11.22	8	71.28	6.65
49	7/10/2014	4.10	11.86	11	7.5	68.16	4.89
50	7/11/2014	4.38	11.96	14.17	11.52	81.35	6.81
51	7/12/2014	4.35	11.88	11.99	8.75	73.01	6.76
52	7/13/2014	4.88	11.89	12.37	9.34	75.51	8.49
53	7/14/2014	4.53	12.03	11.78	8.37	71.04	3.61

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
54	7/15/2014	4.41	11.91	13.83	8.95	64.69	6.87
55	7/16/2014	3.01	12.00	10.69	8.19	76.64	12.74
56	7/17/2014	4.01	12.02	11.93	9.11	76.38	7.03
57	7/18/2014	4.32	12.13	11.6	8.86	71.6	8.42
58	7/19/2014	4.07	12.20	12.23	9.23	75.47	11.35
59	7/20/2014	4.31	12.07	11.79	8.5	72.23	10.49
60	7/21/2014	4.02	12.07	12.09	7.39	61.12	4.39
61	7/22/2014	4.25	11.89	13.16	9.84	74.79	7.49
62	7/23/2014	4.06	12.20	13	8.81	67.75	5.22
63	7/24/2014	4.04	11.83	11.06	7.62	68.84	13.23
64	7/25/2014	3.82	12.27	11.8	8.18	69.3	9.76
65	8/3/2014	4.26	11.84	10.87	7.93	72.96	6.33
66	8/4/2014	4.20	11.90	12.91	9.85	76.27	4.7
67	8/5/2014	4.20	11.96	13.18	10.41	78.93	5.5

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
68	8/6/2014	4.13	11.93	11.84	8.14	70.85	8.15
69	8/7/2014	4.53	11.94	11.04	8.13	68.67	6.72
70	8/8/2014	3.93	12.13	11.49	8.77	76.3	5.45
71	8/9/2014	4.19	11.82	14.35	11.2	78.03	5.11
72	8/10/2014	4.38	12.10	11.75	8.44	71.85	6.82
73	8/11/2014	4.50	12.00	11.99	8.95	74.6	9.31
74	8/12/2014	4.15	12.06	12.5	9.61	76.84	5.4
75	8/13/2014	4.07	11.95	12.66	9.04	74.21	5.81
76	8/14/2014	4.39	12.02	13.44	10.15	75.58	5.8
77	8/15/2014	4.43	11.90	12.28	8.67	70.62	5.9
78	8/16/2014	4.11	12.03	12.59	8.63	68.5	5.84
79	8/17/2014	4.42	11.97	10.65	7.73	72.57	5.33
80	8/18/2014	4.29	12.03	14.55	9.26	63.61	6.14
81	8/19/2014	4.37	12.04	12.5	9.04	72.36	6.89



Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
82	8/20/2014	5.54	11.96	13.25	9.65	72.82	5.48
83	8/21/2014	4.34	21.86	13.08	9.86	75.34	5.67
84	8/22/2014	4.50	19.51	12.55	9.6	76.46	4.64
85	8/23/2014	4.22	25.05	13.46	9.46	70.28	5
86	8/24/2014	4.32	17.48	14.17	10.32	72.85	5.51
87	8/25/2014	4.00	19.49	12.16	8.29	68.2	6.5
88	8/26/2014	4.20	8.79	12.52	8.62	68.27	6.5
89	8/27/2014	4.01	15.58	12.51	9.15	72.13	6.8
90	8/28/2014	4.46	14.69	12.73	8.55	67.19	4.4
91	8/29/2014	4.61	12.95	13.9	10.08	72.53	6.5
92	8/30/2014	4.10	19.35	12.25	8.68	70.88	7
93	8/31/2014	4.41	37.96	12.31	8.79	71.4	4.7
94	9/1/2014	4.35	18.23	13	9.12	70.21	4.7
95	9/2/2014	4.00	13.52	11.54	8.1	70.17	4.7

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
96	9/3/2014	4.58	11.11	14.22	8.96	63.01	5
97	9/4/2014	4.64	14.07	13	9.16	70.48	4.7
98	9/5/2014	4.28	19.16	12.37	9.01	72.83	5
99	9/6/2014	4.42	20.52	11.55	8.34	72.2	11
100	9/7/2014	4.48	15.4	13.17	9.97	75.64	5
101	9/8/2014	4.32	14.61	12.37	9.28	75.05	5.3
102	9/9/2014	4.45	13.69	13.66	10.4	76.19	5
103	9/10/2014	4.20	15.89	13.39	9.52	71.1	5.5
104	9/11/2014	4.63	33.52	13.93	10.57	75.88	4.7
105	9/12/2014	4.43	20.09	13.84	10.26	74.11	4.7
106	9/13/2014	4.53	18.23	11.95	8.87	74.234	6.33
107	9/14/2014	4.44	15.06	13	9.32	71.66	6.1
108	9/15/2014	4.40	15.69	11.49	8.44	73.42	4.7
109	9/16/2014	4.50	13.9	11.2	9.15	81.58	11

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
110	9/17/2014	4.92	12.35	12.63	9.89	78.25	5.8
111	9/18/2014	6.62	10.45	14.94	11.48	76.88	8.3
112	9/19/2014	4.69	8.86	13.22	10.02	75.79	5.9
113	9/20/2014	4.57	7.8	11.97	8.74	73.01	5.8
114	9/21/2014	4.82	19.25	15.43	11.58	75.06	4.7
115	9/22/2014	4.58	11.01	13.83	8.57	72.81	6.1
116	9/23/2014	4.70	14.97	15.83	12.36	78.09	5
117	9/24/2014	4.59	11.57	13.02	10.14	77.85	5.8
118	9/25/2014	4.80	7.5	13.71	9.97	72.74	4.7
119	9/26/2014	4.90	20.17	13.88	10.16	75.21	5
120	9/27/2014	5.00	12.84	14.18	11.35	80.04	5
121	9/28/2014	5.03	8.69	15.2	11.65	76.64	5.8
122	9/29/2014	4.83	25.49	13.22	9.67	75.12	5
123	9/30/2014	4.97	19.02	12.43	8.57	68.96	4.7

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
124	10/1/2014	4.80	14.82	13.7	9.53	69.55	5.3
125	10/2/2014	4.97	19.28	12.29	8.88	72.26	5
126	10/3/2014	5.06	17.67	13.41	9.74	72.74	5.8
127	10/4/2014	4.80	19.57	12.11	8.92	73.69	5.8
128	10/5/2014	4.71	13.51	11.55	8.64	74.81	5
129	10/7/2014	4.86	7.74	13.3	10.08	75.75	5
130	10/8/2014	5.07	13.89	11.23	8.14	72.5	5
131	10/9/2014	4.89	12.56	13.5	9.82	72.72	5.5
132	10/10/2014	5.00	17.09	13.87	10.46	75.42	5
133	10/11/2014	6.28	12.92	11.63	8.33	71.61	5.5
134	10/12/2014	5.05	18.27	12.97	9.61	74.08	5.3
135	10/13/2014	5.12	25.55	11.03	7.99	72.49	6.1
136	10/14/2014	5.22	14.55	10.72	8.38	78.18	5.3
137	10/15/2014	5.43	12.8	12.19	9.32	76.52	5.3

Hari giling ke-	Tanggal	Trash	Gula reduksi Nira Mentah	Brix nira mentah	Pol nira mentah	HK nira mentah	PH nira mentah
138	10/16/2014	5.31	12.94	13.09	9.9	75.61	7.4
139	10/17/2014	5.11	14.65	12.29	8.98	73.11	6
140	10/18/2014	5.23	11.93	9.15	4.4	48.142	6.72
141	10/19/2014	5.04	14.88	15.93	12.22	76.71	4.7
142	10/20/2014	5.27	31.96	16.02	13.11	81.83	5
143	10/21/2014	5.47	21.72	12.8	9.21	71.92	5
144	10/22/2014	5.11	12.24	13.88	10.54	75.91	5.8
145	10/23/2014	5.19	16.66	10.8	6.81	63.07	5.3
146	10/24/2014	5.21	18.61	8.38	4.77	56.92	5
147	10/25/2014	5.34	19.47	12.17	9.14	75.08	8.3
148	10/26/2014	5.01	12.76	12.23	9.96	81.42	7.4
149	10/27/2014	5.05	14.69	10.62	8.56	80.63	6.1

- Stasiun Pemurnian

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
1	5/23/2014	12.71	8.92	70.18	51.895	981.45	7	8.97
2	5/24/2014	13.42	10.06	74.93	51.895	555.54	6.53	12.06
3	5/25/2014	12.18	8.66	71.13	13.02	657.39	7	16.67
4	5/26/2014	12.45	8.85	71.06	34.64	601.83	7	8.91
5	5/27/2014	13.06	8.95	68.56	49.77	499.99	7	8.96
6	5/28/2014	11.48	8.78	76.54	38.23	462.95	6.99	8.27
7	5/29/2014	12	6.72	56.02	84.33	444.43	6.87	11.92
8	5/30/2014	12.3	8.65	70.33	98.915	555.54	8.08	31.79
9	5/31/2014	13.52	9.55	70.62	44.36	594.89	7.13	15.68
10	6/1/2014	11.72	8.99	76.66	42.02	810.0379378	7.19	15.86
11	6/2/2014	12.17	8.56	70.31	110.12	809.9714409	6.59	38.37
12	6/3/2014	12.27	8.68	70.74	31.24	809.9621076	6.91	17.28

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbidity nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
13	6/4/2014	12.21	9.33	74.43	30.78	810.1674114	7.8	12.78
14	6/5/2014	11.82	8.62	72.93	15.04	810.0348437	7.41	15.21
15	6/6/2014	12.02	8.85	73.59	32.37	809.9789175	7.16	11.56
16	6/7/2014	11.63	8.27	71.09	69.26	809.8428346	7.05	22.61
17	6/8/2014	12.26	9.27	75.62	36.7	809.9586605	6.28	14.68
18	6/9/2014	13.52	9.6	71.6	11.09	810.1141325	6.46	18.49
19	6/10/2014	12.46	9	72.28	22.29	809.7906496	6.86	31.38
20	6/11/2014	12.81	9.33	72.81	59.11	810.004686	7.74	26.31
21	6/12/2014	13.23	9.68	73.14	13.01	388.75	7.05	14.74
22	6/13/2014	13.76	9.49	68.9	18.17	555	6.79	19.11
23	6/14/2014	11.9	8.65	72.71	28.47	1037	6.7	22.1
24	6/15/2014	12.42	9.15	73.67	19.68	1259.2	7.02	10.55
25	6/16/2014	12.46	9.34	74.95	30.76	907.386	6.8	9.95
26	6/17/2014	11.96	8.95	74.82	21.37	1169.5	6.78	17.72

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
27	6/18/2014	13.28	10.21	76.91	15.48	1350.9	6.68	14.68
28	6/19/2014	12.06	8.94	74.5	29.48	1320.74	6.69	11.19
29	6/20/2014	11.55	8.58	74.32	37.51	1109	6.72	16.88
30	6/21/2014	12.4	9.51	76.69	28	1280.414	6.56	27.18
31	6/22/2014	13.13	9.84	74.91	75.31	1371.15	6.78	11.19
32	6/23/2014	11.59	8.59	74.08	65.67	1441.7	8.06	20.45
33	6/24/2014	12.34	9.03	73.16	24.31	1310.66	7.49	19.21
34	6/25/2014	12.76	9.13	71.54	56.6	1512.3	7.95	17.22
35	6/26/2014	10.97	8.44	76.92	29.37	15.8	7.45	14.22
36	6/27/2014	11.68	8.27	70.28	46.62	1522.3	6.78	14.22
37	6/28/2014	11.85	9.04	76.25	36.22	1371.15	7.71	11.03
38	6/29/2014	11.46	8.55	74.64	22.3	1189.6	7.72	22.95
39	6/30/2014	12.28	8.73	71.11	18.09	1734.1	7.06	27.44
40	7/1/2014	12.09	8.82	72.92	9.65	2016.4	6.82	11.74



Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbidity nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
41	7/2/2014	13.15	9.63	73.26	25.79	1522.4	6.89	25.63
42	7/3/2014	13.38	9.61	71.79	15.89	1673.6	7.05	10.19
43	7/4/2014	13.25	10.07	76.3	13.46	1260.25	7.34	11.00
44	7/5/2014	12.83	9.34	72.84	15	2016.4	7.1	10.88
45	7/6/2014	12.35	9	72.84	25.64	988.03	9.1	11.03
46	7/7/2014	11.87	8.72	73.44	26.66	1310.66	6.91	10.95
47	7/8/2014	13.05	9.55	73.14	7.02	1512.3	7.02	10.82
48	7/9/2014	11.47	8.45	73.5	23.24	1209.84	7.16	11.07
49	7/10/2014	11.61	8.42	72.56	17.22	1250.17	6.86	11.03
50	7/11/2014	12.07	9.24	76.6	13.38	1371.12	6.97	11.14
51	7/12/2014	12.26	8.96	73.11	19.48	2520.5	7.09	11.24
52	7/13/2014	13.04	9.56	73.32	40.05	1411.48	7.03	10.95
53	7/14/2014	12.76	9.59	75.15	26.99	1431.64	6.33	11.02
54	7/15/2014	11.84	8.68	73.27	50.68	1350.99	7.04	10.97

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
55	7/16/2014	12.64	9.41	74.45	29.89	1190.4	6.94	11.19
56	7/17/2014	12.66	9.44	74.52	24.57	851.84	6.88	11.06
57	7/18/2014	12.28	9.54	77.71	26.36	1045.44	7.02	10.83
58	7/19/2014	12.6	9.15	72.68	24.25	968	6.56	10.91
59	7/20/2014	12.77	9.54	74.67	9.57	948.64	6.68	10.87
60	7/21/2014	14.12	10.11	71.58	11.41	1103.52	6.46	11.01
61	7/22/2014	13.3	9.61	72.3	8.35	1122.88	7.14	11.03
62	7/23/2014	12.95	9.34	72.13	26.6	484	6.96	11.00
63	7/24/2014	12.57	9.35	74.37	10.58	980	6.86	11.01
64	7/25/2014	12.61	9.17	72.67	19.06	1140	6.8	11.14
65	8/3/2014	12.72	9.75	76.612	22.99	1048.28	6.5	11.12
66	8/4/2014	12.64	9.31	74.09	23.08	1058.4	6.1	11.19
67	8/5/2014	12.27	9.42	76.77	23.01	1470	7.02	11.15

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
68	8/6/2014	13.44	10.54	78.37	3.68	807.5	7.21	11.22
69	8/7/2014	12.72	10.26	80.68	23.19	817	7.1	11.30
70	8/8/2014	13.03	10.06	77.21	25.16	1567.5	6.96	10.96
71	8/9/2014	13.06	8.39	74.46	24.67	997.5	6.72	11.27
72	8/10/2014	12.85	9.64	75.06	23.06	997.5	7.26	11.02
73	8/11/2014	13.58	9.88	72.8	27.41	997.5	7.08	11.11
74	8/12/2014	12.9	10.03	77.7	33.59	950	7.08	11.24
75	8/13/2014	12.93	9.48	73.29	9.88	997.5	6.75	11.07
76	8/14/2014	13.23	9.94	75.15	35.69	997.5	7.17	11.36
77	8/15/2014	13.28	10.19	76.17	24.5	921.5	7.11	11.16
78	8/16/2014	14.23	10.79	75.6	19.13	1520	7.11	11.25
79	8/17/2014	13.17	9.75	74.04	35.43	1045	7	11.04
80	8/18/2014	13.21	9.73	73.66	31.96	1054.5	6.71	11.31
81	8/19/2014	13.25	9.97	75.29	25.99	969	7.04	11.14

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
82	8/20/2014	13.5	10.53	78.02	26.75	1097.6	6.9	11.25
83	8/21/2014	13.39	9.93	74.18	36.25	1035.5	6.96	18.53
84	8/22/2014	12.33	9.14	74.12	48.55	978.5	6.97	12.31
85	8/23/2014	14.15	10.35	73.11	36.51	1140	6.8	30.65
86	8/24/2014	13.8	10.03	72.71	37.44	1007	6.47	11.3
87	8/25/2014	13.39	10.1	75.44	51.45	1073.5	6.5	17.7
88	8/26/2014	12.44	9.67	77.73	47.78	893	6.5	9.79
89	8/27/2014	12.53	9.14	72.97	48.77	1107.4	6.8	7.9
90	8/28/2014	13.55	10.29	75.55	31.57	1058.4	6.5	21.92
91	8/29/2014	13.42	10.3	76.79	43.05	940.8	6.8	20.17
92	8/30/2014	13.44	9.93	73.87	36.37	1107.8	7	10.94
93	8/31/2014	12.44	8.78	70.63	50.01	1146.6	6.1	37.54
94	9/1/2014	12.99	9.8	75.44	38.49	882	6.5	10.08
95	9/2/2014	13.36	10.24	76.59	118.51	1430.8	8.3	12.95

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
96	9/3/2014	13.28	10.01	75.36	58.99	1430.8	7.4	13.03
97	9/4/2014	12.28	9.43	76.76	40.21	1127.7	6.5	11.64
98	9/5/2014	13.15	9.94	75.54	29.57	1323	7	11.86
99	9/6/2014	13	9.61	73.91	31.62	1205.4	7	18.23
100	9/7/2014	12.8	9.41	73.58	25.61	1101.43	6.5	25.12
101	9/8/2014	13.63	10.5	55.05	21.6	1146.6	6.5	8.76
102	9/9/2014	15.91	10.3	64.75	21.94	1166.2	7.4	18.52
103	9/10/2014	13.24	9.9	74.74	35.71	784	7	15.9
104	9/11/2014	13.9	9.81	70.52	36.49	960.4	7	16.11
105	9/12/2014	13.82	10.33	74.72	38.29	901.7	6.5	17.15
106	9/13/2014	14	11.02	78.675	39.63	1101.43	6.5	16.88
107	9/14/2014	14.04	10.97	78.17	26.91	1019.2	7	26.34
108	9/15/2014	12.94	9.76	75.37	30.91	940.8	7	12.79
109	9/16/2014	13.58	10.6	78.33	28.23	1372	7.4	11.4

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
110	9/17/2014	13.38	10.53	78.86	65.6	999.6	6.8	11.66
111	9/18/2014	13.41	10.44	77.86	34.8	980	6.8	10.97
112	9/19/2014	13.66	10.15	74.32	31.89	1061.2	7	8.13
113	9/20/2014	14.02	10.59	75.53	27.34	1078	7.1	7.78
114	9/21/2014	13.94	10.94	78.49	32.7	1058.4	6.5	11.55
115	9/22/2014	13.44	10.44	77.67	27.69	1078	7.1	11.61
116	9/23/2014	14.43	11.36	78.72	24.25	1108.49	6.8	10.81
117	9/24/2014	13.49	10.93	79.54	37.4	1127	6.8	20.2
118	9/25/2014	13.81	10.47	75.86	26.35	1087.8	6.5	12.09
119	9/26/2014	13.09	10.11	77.28	33.53	1029	6.5	11.92
120	9/27/2014	13.79	10.51	76.18	29.01	1029	6.5	11.31
121	9/28/2014	13.96	10.48	75.07	55.71	1225	6.5	8.38
122	9/29/2014	14.11	11.04	76.63	37.73	1166.2	6.5	17.72
123	9/30/2014	14.49	11.11	76.64	34.33	1372	7.4	12.9

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
124	10/1/2014	13.74	10.56	76.88	56.2	1336.13	6.5	17.04
125	10/2/2014	13.76	10.64	77.33	35.75	1215.2	6.5	11.34
126	10/3/2014	10.68	7.79	72.98	51.49	1127	6.5	14.6
127	10/4/2014	13.59	10.37	76.28	53.96	1038.8	5.8	34.36
128	10/5/2014	13.74	10.63	77.34	42.46	1029	6.5	11.77
129	10/7/2014	13.67	10.46	76.53	36.98	1195.6	6.1	17.34
130	10/8/2014	13.64	10.08	73.94	56.61	1234.8	6.5	11.43
131	10/9/2014	13.33	9.93	74.46	79.19	980	6.8	11.2
132	10/10/2014	13.81	10.8	78.2	42.24	1127	6.5	14.12
133	10/11/2014	12.45	9.12	73.25	60.69	1179.18	6.5	8.67
134	10/12/2014	12.97	9.68	74.64	45.83	1180.81	6	18.27
135	10/13/2014	12.23	8.86	72.49	35.55	1138.27	6.5	16.49
136	10/14/2014	12.05	9.05	75.1	45.18	116.9	6.8	19.67
137	10/15/2014	13.6	10.36	76.2	59.23	1202.09	6.1	17.43

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Nira encer	Pol nira encer	HK nira encer	Turbiduty nira encer	Kadar CaO	PH nira encer	Gula reduksi nira encer
138	10/16/2014	12.59	9.36	74.35	40.16	1158.67	6.8	9.43
139	10/17/2014	14.32	10.18	71.11	32.59	1046.55	6.5	10.09
140	10/18/2014	7.74	9.96	103.502	54.58245455	1209.436364	6.73	9.43
141	10/19/2014	13.52	9.88	73.04	53.83	1499.96	6.8	11.54
142	10/20/2014	14.19	10.03	70.71	38.37	1247.8	7.7	32.7
143	10/21/2014	13.19	9.85	74.65	42.54	1031.87	6.5	10.24
144	10/22/2014	12.75	9.42	75.92	37.117	1138.27	6.8	15.92
145	10/23/2014	13.09	9.72	74.32	47.96	1212.73	7.4	8.94
146	10/24/2014	12.46	8.82	70.79	92.29	1404.22	7.4	10.24
147	10/25/2014	12.51	9.69	77.45	46.63	1191.46	6.8	12.47
148	10/26/2014	14.45	9.68	66.99	44.98	1329.75	6.5	8.1
149	10/27/2014	11.43	8.69	76	123.94	1042.52	6	10.24



- Stasiun Penguapan

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
1	5/23/2014	73.53	54.42	40.15	7.05
2	5/24/2014	73.70	54.34	40.11	7.26
3	5/25/2014	73.65	54.39	40.12	6.88
4	5/26/2014	73.65	54.33	39.87	7.06
5	5/27/2014	73.61	54.31	40.00	7.21
6	5/28/2014	73.76	54.44	40.08	7.24
7	5/29/2014	73.71	54.42	39.93	7.01
8	5/30/2014	73.58	54.44	40.17	7.17
9	5/31/2014	73.40	54.33	39.96	7.06
10	6/1/2014	76.27	55.54	42.36	7.05
11	6/2/2014	76.25	55.54	42.24	7.16
12	6/3/2014	76.28	55.53	42.25	7.20
13	6/4/2014	76.22	55.63	42.33	7.24

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
14	6/5/2014	76.30	55.53	42.37	7.23
15	6/6/2014	76.34	55.58	42.34	7.23
16	6/7/2014	76.27	55.63	42.44	7.31
17	6/8/2014	76.17	55.66	42.20	7.31
18	6/9/2014		55.66	42.32	7.10
19	6/10/2014	76.19	55.39	42.33	7.18
20	6/11/2014	76.14	55.50	42.42	7.28
21	6/12/2014	76.17	55.43	42.40	7.34
22	6/13/2014	76.30	55.48	42.40	7.21
23	6/14/2014	76.11	55.57	42.41	7.18
24	6/15/2014	76.18	55.62	42.47	7.16
25	6/16/2014	76.26	56.56	43.03	7.11
26	6/17/2014	76.21	56.63	42.95	7.27
27	6/18/2014	76.10	56.56	43.00	7.09

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
28	6/19/2014	76.28	56.61	42.97	7.05
29	6/20/2014	76.11	56.68	42.92	7.19
30	6/21/2014	75.97	56.72	43.17	7.24
31	6/22/2014	76.09	56.72	43.23	7.16
32	6/23/2014	76.04	56.59	43.16	7.00
33	6/24/2014	76.14	56.49	43.22	7.16
34	6/25/2014	76.16	56.82	43.11	7.13
35	6/26/2014	75.99	56.40	43.02	7.20
36	6/27/2014	76.04	56.52	43.18	7.21
37	6/28/2014	76.14	56.65	43.31	7.04
38	6/29/2014	76.13	56.34	42.96	6.95
39	6/30/2014	76.24	56.63	43.00	7.06
40	7/1/2014	77.86	59.87	46.56	7.50
41	7/2/2014	77.87	59.62	46.56	7.24

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitor	Brix nira kental tersulfitor	Pol nira kental tersulfitor	PH nira kental tersulfitor
42	7/3/2014	77.78	59.78	46.57	7.16
43	7/4/2014	77.88	59.89	46.57	7.28
44	7/5/2014	77.85	59.92	46.41	7.16
45	7/6/2014	77.71	59.80	46.54	7.29
46	7/7/2014	77.76	59.85	46.63	7.28
47	7/8/2014	77.64	59.71	46.60	7.32
48	7/9/2014	77.82	59.72	46.52	7.13
49	7/10/2014	77.88	59.86	46.48	7.33
50	7/11/2014	77.81	59.75	46.42	7.26
51	7/12/2014	77.85	59.93	46.51	7.38
52	7/13/2014	77.81	59.84	46.49	7.29
53	7/14/2014	77.84	59.74	46.49	7.33
54	7/15/2014	77.70	59.85	46.43	7.26
55	7/16/2014	76.71	61.66	47.17	7.27

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
56	7/17/2014	76.42	61.59	47.36	7.37
57	7/18/2014	76.77	61.64	47.17	7.29
58	7/19/2014	76.52	61.86	47.13	7.25
59	7/20/2014	76.74	61.84	47.19	7.18
60	7/21/2014	76.52	61.60	47.31	7.25
61	7/22/2014	76.70	61.59	47.21	7.34
62	7/23/2014	76.61	61.68	47.19	7.33
63	7/24/2014	76.61	61.51	47.13	7.32
64	7/25/2014	76.47	61.53	47.29	7.10
65	8/3/2014	77.72	61.15	47.52	6.56
66	8/4/2014	77.65	61.20	47.47	6.55
67	8/5/2014	77.76	61.21	47.38	6.46
68	8/6/2014	77.60	61.35	47.54	6.53
69	8/7/2014	77.81	61.17	47.55	6.51

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
70	8/8/2014	77.68	61.26	47.57	6.45
71	8/9/2014	77.62	61.12	47.60	6.57
72	8/10/2014	77.57	61.12	47.53	6.54
73	8/11/2014	77.64	61.12	47.54	6.64
74	8/12/2014	77.64	61.01	47.57	6.51
75	8/13/2014	77.84	61.29	47.56	6.54
76	8/14/2014	77.67	61.14	47.57	6.56
77	8/15/2014	77.67	61.13	47.42	6.40
78	8/16/2014	79.37	65.18	51.68	6.51
79	8/17/2014	79.33	65.13	51.58	6.76
80	8/18/2014	79.13	65.13	51.55	6.39
81	8/19/2014	79.24	65.29	51.58	6.62
82	8/20/2014	79.19	64.92	51.43	6.54
83	8/21/2014	79.23	65.06	51.48	6.25

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
84	8/22/2014	79.23	64.88	51.63	6.44
85	8/23/2014	79.10	65.11	51.64	6.46
86	8/24/2014	79.34	65.14	51.56	6.39
87	8/25/2014	79.24	65.07	51.43	6.46
88	8/26/2014	79.46	65.05	51.43	6.53
89	8/27/2014	79.07	65.11	51.59	6.60
90	8/28/2014	79.26	65.09	51.56	6.46
91	8/29/2014	79.34	65.08	51.68	6.48
92	8/30/2014	79.14	65.35	51.68	6.62
93	8/31/2014	79.02	65.05	51.80	6.54
94	9/1/2014	78.82	67.50	53.50	6.41
95	9/2/2014	78.93	67.83	53.37	6.62
96	9/3/2014	78.85	67.80	53.50	6.58
97	9/4/2014	78.99	67.73	53.08	6.51

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
98	9/5/2014	78.89	67.70	53.48	6.48
99	9/6/2014	78.89	67.98	53.29	6.49
100	9/7/2014	78.81	67.65	53.54	6.40
101	9/8/2014	78.89	67.79	53.36	6.53
102	9/9/2014	78.86	67.76	53.53	6.40
103	9/10/2014	78.95	67.88	53.51	6.59
104	9/11/2014	79.06	67.76	53.58	6.51
105	9/12/2014	78.81	67.90	53.62	6.53
106	9/13/2014	78.90	67.60	53.57	6.41
107	9/14/2014	78.80	67.81	53.39	6.47
108	9/15/2014	78.75	67.80	53.45	6.57
109	9/16/2014	78.31	68.69	53.95	6.58
110	9/17/2014	78.37	68.77	53.95	6.42
111	9/18/2014	78.38	68.66	53.91	6.48



Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
112	9/19/2014	78.42	68.79	53.90	6.56
113	9/20/2014	78.44	68.87	53.96	6.58
114	9/21/2014	78.50	68.92	54.03	6.59
115	9/22/2014	78.24	68.68	53.89	6.69
116	9/23/2014	78.50	68.65	53.84	6.32
117	9/24/2014	78.59	68.67	53.91	6.37
118	9/25/2014	78.19	68.77	53.94	6.68
119	9/26/2014	78.33	68.58	53.65	6.51
120	9/27/2014	78.58	68.86	53.97	6.35
121	9/28/2014	78.53	68.87	53.97	6.51
122	9/29/2014	78.42	68.75	54.02	6.42
123	9/30/2014	78.42	68.78	53.84	6.57
124	10/1/2014	77.95	67.31	52.54	6.88
125	10/2/2014	77.97	67.27	52.48	6.60

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
126	10/3/2014	78.10	67.21	52.59	6.71
127	10/4/2014	78.15	67.17	52.69	6.66
128	10/5/2014	78.10	67.30	52.42	6.90
129	10/7/2014	78.02	67.20	52.53	6.82
130	10/8/2014	78.15	67.19	52.49	6.64
131	10/9/2014	78.03	67.28	52.40	6.83
132	10/10/2014	78.13	67.48	52.60	6.61
133	10/11/2014	78.07	67.31	52.63	6.68
134	10/12/2014	77.85	67.47	52.48	6.52
135	10/13/2014	78.03	67.31	52.47	6.65
136	10/14/2014	78.01	67.46	52.58	6.80
137	10/15/2014	78.08	67.24	52.59	6.92
138	10/16/2014	70.95	67.93	48.00	6.70
139	10/17/2014	70.76	68.05	48.02	6.71

Hari giling ke-	Tanggal	HK nira kental tersulfitir	Brix nira kental tersulfitir	Pol nira kental tersulfitir	PH nira kental tersulfitir
140	10/18/2014	70.47	68.06	48.22	6.63
141	10/19/2014	70.90	68.10	48.11	6.71
142	10/20/2014	70.68	67.90	47.98	6.87
143	10/21/2014	70.75	68.17	48.11	6.83
144	10/22/2014	70.57	68.12	48.07	6.53
145	10/23/2014	70.55	68.14	48.07	6.78
146	10/24/2014	70.60	67.91	48.06	6.69
147	10/25/2014	70.77	68.04	48.15	6.76
148	10/26/2014	70.61	67.98	48.29	6.79
149	10/27/2014	70.59	67.96	48.06	6.80

- Stasiun Masakan

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
1	5/23/2014	94.09	71.965	78.035	97.2	70.56	72.35	95.9	70.5	73.51
2	5/24/2014	91.55	70.65	77.7	97.46	68.1	69.41	97.7	59.33	57.56
3	5/25/2014	94.31	73.5	77.93	96.63	65.67	67.75	96.46	56.83	58.92
4	5/26/2014	94.8	74	78.06	97.17	68.4	70.39	94.6	54.33	55.53
5	5/27/2014	95.2	72.95	76.86	96.73	67.77	70.11	95.5	55.03	57.61
6	5/28/2014	95.2	72.95	76.86	96.73	67.7	70.11	95.5	55.03	57.61
7	5/29/2014	95.23	74.45	78.18	95.4	67.9	71.17	95.63	58.43	61.1
8	5/30/2014	94.45	73.79	77.16	97.47	66.73	65.14	97.15	57.3	57.41
9	5/31/2014	95.08	75.58	76.38	97.87	68.7	70.16	90.27	54.06	55
10	6/1/2014	94.55	73.6	77.86	97.2	67.3	69.23	95.46	57.3	59.45
11	6/2/2014	94.6	73.7	77.91	95.34	77.66	82.86	98.63	56.13	56.9
12	6/3/2014	93.83	73.37	78.19	93.4	68.3	73.13	97.33	57.33	38.9
13	6/4/2014	95.07	74.83	78.71	98.6	68.7	69.68	96.7	57.27	59.22

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
14	6/5/2014	94.7	73.9	78.04	97.6	66.6	68.24	98.8	57.53	58.2
15	6/6/2014	95.13	74.75	78.58	97.8	68.3	69.84	98	56.2	57.35
16	6/7/2014	92.75	73.13	78.85	96.3	66.2	68.74	98.23	56.73	57.75
17	6/8/2014	95.2	74	77.73	97.75	67.05	68.59	98.87	57.07	57.72
18	6/9/2014	94.82	74.88	78.94	97.23	65.7	67.57	98.97	57.67	58.27
19	6/10/2014	95.1	75.08	78.95	98.8	67.4	68.22	92.37	58.13	62.93
20	6/11/2014	94.15	74.28	78.9	98.18	66.47	67.71	99.4	58.1	58.45
21	6/12/2014	94.03	74.6	79.34	98.6	58.6	57.49	98.97	58.77	59.38
22	6/13/2014	93.98	74.15	78.9	97.93	68.1	69.54	99.3	57.97	58.38
23	6/14/2014	94.48	75.58	80	97.7	66.17	67.73	97.97	57.17	58.35
24	6/15/2014	93.53	74.83	80.01	98.57	67.7	68.68	98.67	58.03	58.82
25	6/16/2014	94.6	77.42	81.82	96.46	68.19	70.6	95.76	57.53	59.28
26	6/17/2014	94.58	76.8	81.24	96.97	69.2	71.39	98.67	58.6	59.75
27	6/18/2014	94.53	76.68	81.2	98.73	66.4	69.45	96.9	58.93	60.6

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
28	6/19/2014	95.1	77.27	81.34	97.95	68.51	69.69	96.46	59.6	61.14
29	6/20/2014	95.28	74.25	79.85	97.3	67.3	68.43	99.27	58.26	59.48
30	6/21/2014	94.61	78.45	82.89	97.4	67.1	62.9	96.26	58.6	60.88
31	6/22/2014	93.25	75.48	80.31	95.97	65.63	71.02	97.36	59.13	60.86
32	6/23/2014	94.63	76.67	81.02	96.73	68.7	71.02	98.5	58.97	59.87
33	6/24/2014	94.6	75.83	80.16	97.57	67.67	69.36	98.5	58.33	59.22
34	6/25/2014	94.35	75.05	79.54	98.15	69.15	70.45	98.93	58.23	58.86
35	6/26/2014	94.6	76.65	81.03	97.9	68.5	69.97	98.17	57.47	58.54
36	6/27/2014	93.68	75.5	80.59	96.9	67.73	69.9	98.7	58.67	59.44
37	6/28/2014	93.92	76.73	81.7	97.93	67.8	69.23	98.93	58.9	59.54
38	6/29/2014	94.15	76.92	81.7	97.57	69.13	70.85	99	58.27	58.86
39	6/30/2014	94.2	77.52	82.29	96.9	66.3	68.42	98.93	60.07	60.71
40	7/1/2014	94.45	78.3	82.8	95.5	65	68	98.55	59.35	60.22
41	7/2/2014	94.77	77.03	81.28	97.3	69.3	71.22	99.07	60.3	60.87

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
42	7/3/2014	94.43	76	80.48	96.97	64.3	66.31	98.27	58.7	59.73
43	7/4/2014	94.35	77.37	82	97.27	68.5	70.42	98.83	56.78	57.37
44	7/5/2014	93.9	76.13	81.08	98.13	69.1	70.42	99.37	59	59.37
45	7/6/2014	95.73	77.08	80.52	96.43	64.8	67.2	98.7	57.7	58.46
46	7/7/2014	94.11	75.52	80.75	97.57	68.97	70.68	98.4	58.8	59.63
47	7/8/2014	94.1	74.73	79.94	96.75	67.95	70.23	98.6	58.87	59.71
48	7/9/2014	94.37	75.75	80.26	97.27	67.8	69.7	98.33	58.17	59.16
49	7/10/2014	94.58	77.28	81.7	95.53	66.85	69.9	97.76	57.53	58.85
50	7/11/2014	94.23	76.83	81.53	96.4	66.8	69.3	96.4	58	60.02
51	7/12/2014	93.6	76.3	81.51	96.97	67.4	69.5	98.8	58	58.7
52	7/13/2014	94.03	75.95	80.15	96.8	67.7	69.94	98.43	58.6	59.53
53	7/14/2014	93.95	76.53	81.46	96.97	67.4	69.51	98.47	58.27	59.17
54	7/15/2014	93.63	76.33	81.52	96.83	68.1	70.33	99.07	59.17	59.73
55	7/16/2014	93.53	76	81.26	96.7	65.43	67.66	98.1	57.13	58.24

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
56	7/17/2014	93.87	76.33	81.31	96.73	67.07	69.34	98.27	58.53	59.56
57	7/18/2014	93.6	75.7	80.88	97.23	68.3	70.25	97.17	57.33	59
58	7/19/2014	93.55	75.4	80.6	96.9	66.87	69.01	98.27	58.13	59.19
59	7/20/2014	94.13	76.43	81.2	97.3	68.2	70.09	98.5	58.07	58.93
60	7/21/2014	93.93	76.83	81.8	96.7	67	69.29	96.7	56.77	58.7
61	7/22/2014	94.03	75	79.76	96.53	66.67	69.06	57.87	58	59.26
62	7/23/2014	93.57	75.9	81.12	97.6	68.2	69.88	97.93	59.27	60.91
63	7/24/2014	93.73	76.05	81.14	97.03	67.5	69.57	98.03	57.8	58.96
64	7/25/2014	94.27	76.88	81.56	97.33	68	69.87	98.4	59.69	60.66
65	8/3/2014	93.25	75.55	81	56.5	66.6	69.01	97.5	58.3	59.79
66	8/4/2014	94.77	74.98	79.11	97.5	67.95	69.69	98.25	58.7	59.75
67	8/5/2014	93.93	75.37	80.24	96.9	67.9	70.07	96.75	59.25	61.24
68	8/6/2014	94.16	75.62	80.31	97.4	68.53	70.49	98.47	59	59.92
69	8/7/2014	93.62	75.58	80.73	96.87	68	70.19	97.7	57.77	59.12



Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
70	8/8/2014	94.38	75.88	80.4	96.7	67.75	70.06	98.25	59.2	60.25
71	8/9/2014	94.45	77.07	81.6	96.2	67.3	69.89	97.83	58.75	60.05
72	8/10/2014	93.7	75.83	80.93	97.9	67.8	69.25	98.27	58.9	59.94
73	8/11/2014	94.28	76.53	81.17	97.93	68.9	70.36	98.8	59.27	59.98
74	8/12/2014	94.73	76.78	81.05	97.47	67.73	69.49	98.53	59	59.88
75	8/13/2014	94.73	76.67	80.93	96.9	68.27	70.45	98.13	58.8	59.92
76	8/14/2014	95.17	76.72	80.61	96.47	67.3	69.76	98.6	59.4	60.24
77	8/15/2014	94.93	76.3	80.37	96.47	67.7	70.18	98.17	59.13	60.23
78	8/16/2014	94.87	76.58	80.72	96.67	67.5	69.82	98.6	58.8	59.63
79	8/17/2014	94.5	75.65	80.05	96.3	67.4	70.11	98.43	59.57	60.52
80	8/18/2014	94.88	76.63	80.77	96.8	68.5	70.76	98.83	59.4	60.1
81	8/19/2014	94.22	75.98	80.64	96.87	67.8	69.9	98.13	59	60.12
82	8/20/2014	94.43	75.93	80.41	97.5	68.25	70.25	98.43	58.7	59.64
83	8/21/2014	94.48	75.78	80.21	97.07	68.1	70.16	97.47	58.67	60.19

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
84	8/22/2014	94.67	75.88	80.16	97.23	68.77	70.73	98.4	58.77	59.72
85	8/23/2014	94.45	76	80.62	97	66.67	68.73	98.1	59.07	60.21
86	8/24/2014	94.07	75.85	80.63	98.2	67.67	69.69	98.05	58.9	60.07
87	8/25/2014	93.67	76.4	81.62	97.55	67.2	68.88	98	59.3	60.51
88	8/26/2014	93.98	76.38	81.27	96.67	67.7	70.03	98.2	58.77	59.8
89	8/27/2014	92.6	76.1	82.18	97.1	67.87	69.9	97.67	59.03	60.43
90	8/28/2014	93.23	76.8	83.34	92.27	68	69.91	98.4	59.1	60.06
91	8/29/2014	94.07	76.63	81.46	97.43	67.9	69.69	98.6	59.3	60.14
92	8/30/2014	93.6	76.28	81.8	97.19	68.1	70.07	98.13	59.95	61.92
93	8/31/2014	94.33	77.18	81.82	96.63	67.3	69.65	98.1	59.5	60.65
94	9/1/2014	93.5	75.7	80.96	97.2	68.5	70.47	98.83	38.93	59.63
95	9/2/2014	94.07	76.35	81.62	96.8	68.1	70.35	98.47	58.9	59.82
96	9/3/2014	94.2	75.85	80.52	95.83	66.77	69.67	97	58.5	60.3
97	9/4/2014	93.27	74.25	79.61	96.8	67.03	69.24	98.53	59.43	60.32

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
98	9/5/2014	93.83	95.4	80.36	96.53	66.57	68.96	98.17	58.57	59.66
99	9/6/2014	94	75.6	80.42	97.67	67.77	69.39	98.8	58.13	58.8
100	9/7/2014	93.35	75.45	86.82	96.43	67.13	69.62	98.2	59.1	60.18
101	9/8/2014	94.07	76.47	81.29	96.8	67.9	70.14	97.93	59.37	60.62
102	9/9/2014	94.55	76.68	81.1	97.3	68.17	70.06	98.93	59.53	60.18
103	9/10/2014	94.55	76.08	80.47	96.53	67.12	69.53	98.27	59.9	60.95
104	9/11/2014	94.07	76.1	80.9	97.43	67.9	69.69	98.5	59.53	60.44
105	9/12/2014	94.38	76.76	81.36	97	67.9	69.93	98.33	59.19	60.17
106	9/13/2014	94.17	75.98	80.69	97.2	67.67	69.62	97.9	58.8	60.06
107	9/14/2014	94.17	75.9	80.38	97.1	67.9	69.93	98.05	58.17	59.33
108	9/15/2014	93.92	75.7	80.6	96.43	67.3	67.79	97.5	58.9	60.41
109	9/16/2014	93.82	75.68	80.69	96.7	67.7	70.01	97.9	59.3	60.57
110	9/17/2014	94	75.9	80.74	97.1	67.7	69.72	98.57	59	59.86
111	9/18/2014	93.69	76.55	81.53	96.85	67.8	70	98.3	59.07	60.09

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
112	9/19/2014	94.6	76.67	81.05	96.86	67.13	69.31	98.2	60.37	61.48
113	9/20/2014	93.7	76.68	81.83	97.2	67.85	69.8	98.6	59.77	60.6
114	9/21/2014	94.08	76.25	81.05	97.33	67.7	69.56	99.1	59.67	60.21
115	9/22/2014	94.55	77.03	81.47	97.27	67.9	69.8	98.47	60.3	61.24
116	9/23/2014	94.38	76.08	80.61	96.53	67.2	69.6	98.6	59.57	60.4
117	9/24/2014	94.42	76.93	81.48	97.4	68	69.81	98.53	60.7	61.6
118	9/25/2014	94.37	76.13	80.67	96.87	67.37	69.85	98.63	59.37	60.19
119	9/26/2014	93.63	75.15	80.26	96.97	67.9	70.02	98.6	60.17	61.02
120	9/27/2014	93.32	75.95	81.39	97.48	68.4	70.17	98.97	61.13	61.76
121	9/28/2014	94.48	76.78	81.27	96.57	68.8	71.24	98.6	60.27	61.13
122	9/29/2014	94.27	76.53	81.19	96.67	69.03	71.41	97.7	60.47	61.89
123	9/30/2014	94.33	76.7	81.51	95.83	68.7	71.69	98.4	60.83	61.82
124	10/1/2014	94.3	76.78	81.42	96.27	69.13	71.81	97.5	59.9	61.44
125	10/2/2014	94.57	76.98	81.4	96.8	69.43	71.73	98.23	61	62.1

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
126	10/3/2014	94.18	76.83	81.58	96.5	71.43	74.02	97.47	60.17	61.73
127	10/4/2014	94.17	76.35	81.08	96.1	68.1	70.8	97.7	60.23	61
128	10/5/2014	94.1	77.05	81.88	96.4	69.3	71.89	98.7	60.1	60.89
129	10/7/2014	94.08	95.93	80.75	95.5	65.6	68.8	97.5	59.2	60.75
130	10/8/2014	94.32	76.53	81.14	96.6	68.1	70.5	98.37	60.73	61.74
131	10/9/2014	94.12	77.12	81.94	96.5	68.7	71.19	98.2	60.63	61.74
132	10/10/2014	94.08	77.42	82.29	96.75	68.6	70.4	98.57	59.67	60.53
133	10/11/2014	94.48	76.35	80.87	95.46	67.9	71.13	97.47	58.47	61.01
134	10/12/2014	94.17	76.35	81.08	96.4	68.7	71.27	97.6	59.5	60.96
135	10/13/2014	94.5	76.68	81.14	95.47	67.57	70.78	96.87	59.3	61.22
136	10/14/2014	94.05	76.03	80.84	96.33	67.2	69.76	98.43	60.43	61.39
137	10/15/2014	94.33	76.23	80.81	97.33	68.6	70.48	98.87	59.63	60.31
138	10/16/2014	94.27	75.95	80.57	97.1	68.2	70.24	98.67	59.83	60.64
139	10/17/2014	94.18	76.08	80.78	95.2	66.45	69.8	97.9	59.45	60.72

Hari giling ke-	Tanggal	Brix Masak an A	Pol Masak an A	HK Masak an A	Brix Masak an C	Pol Masak an C	HK Masak an C	brix masak an D	Pol masak an D	hk masak an D
140	10/18/2014	93.85	75.65	80.57	98.3	94.75	96.29	98.21	57.66	59.04
141	10/19/2014	94.53	75.5	79.87	97.8	67.15	68.66	99	58.67	59.26
142	10/20/2014	94.22	75.88	80.54	96.5	67.35	69.79	98.03	58.47	59.6
143	10/21/2014	94.05	76.18	81	97.13	67.2	69.19	98.7	58.03	58.8
144	10/22/2014	94.47	77.72	82.27	96.43	68	70.52	98	59.53	60.75
145	10/23/2014	94.83	76.05	80.2	95.2	67.05	70.43	98.5	60.43	61.35
146	10/24/2014	94.1	76.08	80.85	97.13	68.47	70.49	98.27	60.8	61.87
147	10/25/2014	93.92	76.23	81.16	96.1	67.9	70.66	98.07	60.1	61.28
148	10/26/2014	94.03	75.4	80.19	96.85	68	70.31	98.7	60.2	60.99
149	10/27/2014	93.83	76	81	96.65	67.65	70	98.75	59.15	59.9

- **Nilai ICUMSA dan BJB**

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
1	5/23/2014	181.65	0.64
2	5/24/2014	264.149	0.86
3	5/25/2014	263.915	0.87
4	5/26/2014	367.23	0.87
5	5/27/2014	297.49	0.87
6	5/28/2014	219.7	0.87
7	5/29/2014	229.522	0.86
8	5/30/2014	294.83	0.88
9	5/31/2014	257.88	0.88
10	6/1/2014	303.3	0.87
11	6/2/2014	183.47	0.82
12	6/3/2014	136.57	0.89
13	6/4/2014	157.4	0.86
14	6/5/2014	155.18	0.87

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
15	6/6/2014	124.17	0.86
16	6/7/2014	471.84	0.87
17	6/8/2014	107.51	0.87
18	6/9/2014	121	0.87
19	6/10/2014	144.41	0.68
20	6/11/2014	202.88	0.87
21	6/12/2014	138.04	0.91
22	6/13/2014	70.91	0.86
23	6/14/2014	120.51	0.83
24	6/15/2014	434.7	1
25	6/16/2014	191.37	0.85
26	6/17/2014	208.85	0.95
27	6/18/2014	212.15	1.02
28	6/19/2014	129.19	1.2
29	6/20/2014	82.57	0.88



Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
30	6/21/2014	100.92	0.9
31	6/22/2014	225.6	0.89
32	6/23/2014	275.98	0.88
33	6/24/2014	543.65	0.94
34	6/25/2014	403.02	0.88
35	6/26/2014	313.46	0.74
36	6/27/2014	210.72	0.89
37	6/28/2014	305.8	0.9
38	6/29/2014	289.5	0.98
39	6/30/2014	249.484	0.86
40	7/1/2014	433	1.07
41	7/2/2014	515.9	0.73
42	7/3/2014	227.7	0.75
43	7/4/2014	390.85	0.83
44	7/5/2014	392.63	0.97

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
45	7/6/2014	192.55	0.89
46	7/7/2014	399.6	0.85
47	7/8/2014	410.54	0.95
48	7/9/2014	311.93	0.91
49	7/10/2014	221.62	0.81
50	7/11/2014	477	0.86
51	7/12/2014	154.83	0.87
52	7/13/2014	152.59	0.93
53	7/14/2014	236.15	0.93
54	7/15/2014	229.51	0.9
55	7/16/2014	261.58	0.84
56	7/17/2014	342.22	0.86
57	7/18/2014	287.79	0.85
58	7/19/2014	334.25	0.72
59	7/20/2014	149.36	0.84

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
60	7/21/2014	214.35	0.84
61	7/22/2014	193.08	0.93
62	7/23/2014	112.63	0.67
63	7/24/2014	181.65	0.64
64	7/25/2014	230.768	0.8
65	8/3/2014	354.76	0.86
66	8/4/2014	354.09	0.89
67	8/5/2014	590.16	0.86
68	8/6/2014	686.65	0.85
69	8/7/2014	443.52	0.71
70	8/8/2014	307.01	0.81
71	8/9/2014	300.032	0.89
72	8/10/2014	167.12	0.72
73	8/11/2014	243.42	0.81
74	8/12/2014	346.29	0.85

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
75	8/13/2014	203.45	0.83
76	8/14/2014	340.89	0.78
77	8/15/2014	270.09	0.8
78	8/16/2014	466.06	0.75
79	8/17/2014	330.61	0.74
80	8/18/2014	322.56	0.71
81	8/19/2014	692.02	0.83
82	8/20/2014	466.06	0.86
83	8/21/2014	499.16	0.81
84	8/22/2014	490.52	0.7
85	8/23/2014	555.77	0.92
86	8/24/2014	618.48	0.86
87	8/25/2014	477.78	0.84
88	8/26/2014	649.74	1.004
89	8/27/2014	692.58	0.87

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
90	8/28/2014	276.92	0.87
91	8/29/2014	238.73	0.88
92	8/30/2014	276.12	0.82
93	8/31/2014	403.1	0.83
94	9/1/2014	221.62	0.8
95	9/2/2014	294	0.83
96	9/3/2014	442.95	0.96
97	9/4/2014	481.32	0.92
98	9/5/2014	442.95	0.94
99	9/6/2014	282.04	0.92
100	9/7/2014	174.39	0.63
101	9/8/2014	442.06	0.83
102	9/9/2014	525.24	0.69
103	9/10/2014	328.09	0.85
104	9/11/2014	356.58	0.74

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
105	9/12/2014	276.14	0.87
106	9/13/2014	383.1	0.83
107	9/14/2014	792.15	0.83
108	9/15/2014	299.23	0.79
109	9/16/2014	383.38	0.81
110	9/17/2014	317.89	0.82
111	9/18/2014	285.83	0.87
112	9/19/2014	333.94	0.78
113	9/20/2014	261.41	0.84
114	9/21/2014	364.06	0.81
115	9/22/2014	285.3	0.88
116	9/23/2014	152.59	0.81
117	9/24/2014	217.62	0.88
118	9/25/2014	216.43	0.82
119	9/26/2014	360.7	0.85

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
120	9/27/2014	245.96	0.88
121	9/28/2014	262.89	0.81
122	9/29/2014	636.11	0.79
123	9/30/2014	300.48	0.79
124	10/1/2014	462.62	0.92
125	10/2/2014	592.6	0.68
126	10/3/2014	431.47	0.82
127	10/4/2014	537.16	0.82
128	10/5/2014	583.4	0.84
129	10/7/2014	285.75	0.82
130	10/8/2014	432.32	0.86
131	10/9/2014	408.78	0.79
132	10/10/2014	450.5	0.78
133	10/11/2014	339.38	0.77
134	10/12/2014	376.77	0.87

Hari giling ke-	Tanggal	ICUMSA	BJB
135	10/13/2014	306.58	0.79
136	10/14/2014	225.89	0.75
137	10/15/2014	375.21	0.79
138	10/16/2014	561.7	0.83
139	10/17/2014	448.52	0.86
140	10/18/2014	580.83	0.79
141	10/19/2014	684.24	0.83
142	10/20/2014	803.17	0.77
143	10/21/2014	770.9	0.75
144	10/22/2014	432.34	0.9
145	10/23/2014	708.45	0.7
146	10/24/2014	678.3	0.63
147	10/25/2014	600.93	0.8
148	10/26/2014	351.9	0.63
149	10/27/2014	348.78	0.67



Keterangan :

Data Training	Hari giling ke 1-112
Data Testing	Hari giling ke 113- 149

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LAMPIRAN – B**  
**UJI COBA MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN**  
**UNTUK PREDIKSI ICUMSA**

- Uji coba dengan hidden node = 5

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
1	0.1	0.5	1000	0.001	20.64%	18.73%
2		0.6	1000	0.001	20.14%	18.32%
3		0.7	1000	0.001	19.77%	17.93%
4		0.8	1000	0.001	17.42%	15.63%
5		0.9	1000	0.001	12.46%	8.58%
6	0.2	0.5	1000	0.001	22.90%	20.31%
7		0.6	1000	0.001	19.54%	17.19%
8		0.7	1000	0.001	17.67%	14.65%
9		0.8	1000	0.001	17.12%	13.97%
10		0.9	1000	0.001	11.91%	9.99%
11	0.3	0.5	1000	0.001	23.99%	20.52%
12		0.6	1000	0.001	22.48%	19.75%
13		0.7	1000	0.001	20.92%	17.77%
14		0.8	1000	0.001	19.63%	17.84%
15		0.9	1000	0.001	18.31%	16.31%
16	0.4	0.5	1000	0.001	26.77%	23.66%
17		0.6	1000	0.001	21.92%	19.35%
18		0.7	1000	0.001	21.59%	19.28%
19		0.8	1000	0.001	21.57%	18.68%
20		0.9	1000	0.001	25.21%	24.12%
21	0.5	0.5	1000	0.001	24.18%	20.00%
22		0.6	1000	0.001	21.47%	19.31%
23		0.7	1000	0.001	22.10%	19.73%
24		0.8	1000	0.001	26.13%	26.01%
25		0.9	1000	0.001	28.39%	28.24%
26	0.6	0.5	1000	0.001	28.31%	27.06%
27		0.6	1000	0.001	24.56%	19.71%

## B-2

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
28	0.7	0.7	1000	0.001	24.56%	19.40%
29		0.8	1000	0.001	27.83%	30.03%
30		0.9	1000	0.001	48.53%	29.15%
31		0.5	1000	0.001	30.79%	28.24%
32		0.6	1000	0.001	27.54%	27.58%
33	0.8	0.7	1000	0.001	45.47%	42.36%
34		0.8	1000	0.001	74.42%	81.92%
35		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
36		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
37		0.6	1000	0.001	74.42%	81.92%
38	0.9	0.7	1000	0.001	74.40%	81.90%
39		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
40		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
41		0.5	1000	0.001	73.97%	81.57%
42		0.6	1000	0.001	74.42%	81.91%
43	1.0	0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
44		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
45		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
46		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
47		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
48	1.0	0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
49		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
50		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 11

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
51	0.1	0.5	1000	0.001	21.38%	18.82%
52		0.6	1000	0.001	20.14%	18.39%
53		0.7	1000	0.001	18.70%	16.32%
54		0.8	1000	0.001	15.13%	12.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
55		0.9	1000	0.001	13.01%	9.90%
56	0.2	0.5	1000	0.001	20.54%	17.79%
57		0.6	1000	0.001	20.50%	17.59%
58		0.7	1000	0.001	19.88%	17.01%
59		0.8	1000	0.001	15.71%	16.70%
60		0.9	1000	0.001	17.41%	15.99%
61	0.3	0.5	1000	0.001	19.64%	16.68%
62		0.6	1000	0.001	19.08%	16.67%
63		0.7	1000	0.001	18.62%	17.60%
64		0.8	1000	0.001	19.55%	17.33%
65		0.9	1000	0.001	19.23%	17.43%
66	0.4	0.5	1000	0.001	20.90%	17.55%
67		0.6	1000	0.001	21.90%	19.36%
68		0.7	1000	0.001	19.84%	17.06%
69		0.8	1000	0.001	19.69%	17.67%
70		0.9	1000	0.001	28.22%	26.60%
71	0.5	0.5	1000	0.001	28.41%	27.05%
72		0.6	1000	0.001	19.11%	18.42%
73		0.7	1000	0.001	27.28%	25.19%
74		0.8	1000	0.001	29.56%	28.40%
75		0.9	1000	0.001	29.46%	31.67%
76	0.6	0.5	1000	0.001	32.72%	30.41%
77		0.6	1000	0.001	31.42%	30.39%
78		0.7	1000	0.001	34.83%	30.39%
79		0.8	1000	0.001	28.73%	28.61%
80		0.9	1000	0.001	39.48%	31.18%
81	0.7	0.5	1000	0.001	29.95%	22.86%
82		0.6	1000	0.001	34.24%	31.07%
83		0.7	1000	0.001	31.33%	29.10%
84		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
85		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
86	0.8	0.5	1000	0.001	74.41%	81.91%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
87	0.9	0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
88		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
89		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
90		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
91		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
92	1.0	0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
93		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
94		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
95		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
96		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
97		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
98		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
99		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
100		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 17

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
101	0.1	0.5	1000	0.001	20.98%	19.23%
102		0.6	1000	0.001	20.54%	17.82%
103		0.7	1000	0.001	16.99%	16.05%
104		0.8	1000	0.001	16.28%	13.46%
105		0.9	1000	0.001	13.17%	9.37%
106	0.2	0.5	1000	0.001	20.98%	18.14%
107		0.6	1000	0.001	19.88%	18.54%
108		0.7	1000	0.001	19.10%	17.99%
109		0.8	1000	0.001	18.85%	17.92%
110		0.9	1000	0.001	17.92%	17.44%
111	0.3	0.5	1000	0.001	20.06%	17.49%
112		0.6	1000	0.001	18.49%	16.73%
113		0.7	1000	0.001	20.11%	18.39%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
114		0.8	1000	0.001	20.99%	19.82%
115		0.9	1000	0.001	16.30%	15.81%
116	0.4	0.5	1000	0.001	22.34%	20.56%
117		0.6	1000	0.001	21.78%	19.19%
118		0.7	1000	0.001	21.96%	19.34%
119		0.8	1000	0.001	26.07%	25.97%
120		0.9	1000	0.001	27.78%	26.72%
121	0.5	0.5	1000	0.001	29.66%	25.19%
122		0.6	1000	0.001	22.69%	20.06%
123		0.7	1000	0.001	21.72%	18.81%
124		0.8	1000	0.001	28.43%	29.83%
125		0.9	1000	0.001	28.69%	26.26%
126	0.6	0.5	1000	0.001	22.72%	21.05%
127		0.6	1000	0.001	23.03%	21.46%
128		0.7	1000	0.001	23.16%	19.10%
129		0.8	1000	0.001	31.06%	31.18%
130		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
131	0.7	0.5	1000	0.001	29.09%	22.72%
132		0.6	1000	0.001	33.02%	30.43%
133		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
134		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
135		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
136	0.8	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
137		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
138		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
139		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
140		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
141	0.9	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
142		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
143		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
144		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
145		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

B-6

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
146	1.0	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
147		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
148		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
149		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
150		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 23

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
151	0.1	0.5	1000	0.001	21.37%	19.85%
152		0.6	1000	0.001	21.76%	19.98%
153		0.7	1000	0.001	19.07%	17.55%
154		0.8	1000	0.001	19.54%	17.77%
155		0.9	1000	0.001	12.99%	9.31%
156	0.2	0.5	1000	0.001	21.34%	19.54%
157		0.6	1000	0.001	21.75%	18.91%
158		0.7	1000	0.001	20.53%	18.58%
159		0.8	1000	0.001	20.97%	20.29%
160		0.9	1000	0.001	19.90%	18.00%
161	0.3	0.5	1000	0.001	18.82%	16.17%
162		0.6	1000	0.001	19.53%	16.08%
163		0.7	1000	0.001	21.43%	19.57%
164		0.8	1000	0.001	19.70%	18.13%
165		0.9	1000	0.001	17.39%	17.08%
166	0.4	0.5	1000	0.001	19.70%	16.84%
167		0.6	1000	0.001	21.40%	17.88%
168		0.7	1000	0.001	20.76%	18.91%
169		0.8	1000	0.001	20.62%	18,77%
170		0.9	1000	0.001	28.52%	26.58%
171	0.5	0.5	1000	0.001	27.17%	22.31%



Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
172	0.6	0.6	1000	0.001	22.72%	19.17%
173		0.7	1000	0.001	22.12%	19.85%
174		0.8	1000	0.001	26.11%	25.48%
175		0.9	1000	0.001	23.69%	20.77%
176		0.5	1000	0.001	29.19%	24.19%
177	0.7	0.6	1000	0.001	24.68%	19.97%
178		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
179		0.8	1000	0.001	27.40%	28.42%
180		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
181		0.5	1000	0.001	37.60%	28.21%
182	0.8	0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
183		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
184		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
185		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
186		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
187	0.9	0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
188		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
189		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
190		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
191		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
192	1.0	0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
193		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
194		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
195		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
196		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
197		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
198		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
199		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
200		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 29

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
201	0.1	0.5	1000	0.001	21.47%	19.28%
202		0.6	1000	0.001	21.87%	19.87%
203		0.7	1000	0.001	20.09%	18.20%
204		0.8	1000	0.001	17.71%	16.09%
205		0.9	1000	0.001	14.81%	12.78%
206	0.2	0.5	1000	0.001	19.59%	16.97%
207		0.6	1000	0.001	19.05%	17.47%
208		0.7	1000	0.001	18.58%	16.97%
209		0.8	1000	0.001	16.43%	16.35%
210		0.9	1000	0.001	18.26%	17.15%
211	0.3	0.5	1000	0.001	23.42%	19.40%
212		0.6	1000	0.001	20.35%	19.55%
213		0.7	1000	0.001	21.58%	18.83%
214		0.8	1000	0.001	20.62%	17.88%
215		0.9	1000	0.001	20.88%	19.54%
216	0.4	0.5	1000	0.001	21.57%	19.85%
217		0.6	1000	0.001	23.40%	18.69%
218		0.7	1000	0.001	22.05%	18.82%
219		0.8	1000	0.001	21.66%	19.76%
220		0.9	1000	0.001	13.74%	12.75%
221	0.5	0.5	1000	0.001	24.98%	23.17%
222		0.6	1000	0.001	20.03%	18.24%
223		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
224		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
225		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
226	0.6	0.5	1000	0.001	32.28%	28.44%
227		0.6	1000	0.001	30.20%	28.14%
228		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
229		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
230		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
231	0.7	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
232		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
233		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
234	0.8	0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
235		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
236		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
237		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
238		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
239		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
240		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
241	0.9	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
242		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
243		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
244		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
245		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
246	1.0	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
247		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
248		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
249		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
250		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 35

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
251	0.1	0.5	1000	0.001	21.30%	19.75%
252		0.6	1000	0.001	21.76%	19.28%
253		0.7	1000	0.001	20.38%	17.83%
254		0.8	1000	0.001	18.86%	16.77%
255		0.9	1000	0.001	13.65%	10.43%
256	0.2	0.5	1000	0.001	20.42%	19.01%
257		0.6	1000	0.001	21.26%	18.96%
258		0.7	1000	0.001	19.87%	18.64%
259		0.8	1000	0.001	20.74%	18.18%
260		0.9	1000	0.001	16.59%	16.87%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
261	0.3	0.5	1000	0.001	21.35%	19.99%
262		0.6	1000	0.001	20.06%	18.13%
263		0.7	1000	0.001	21.81%	18.55%
264		0.8	1000	0.001	22.52%	18.09%
265		0.9	1000	0.001	14.78%	12.92%
266	0.4	0.5	1000	0.001	21.53%	18.89%
267		0.6	1000	0.001	22.73%	20.87%
268		0.7	1000	0.001	25.80%	23.02%
269		0.8	1000	0.001	27.95%	28.15%
270		0.9	1000	0.001	26.05%	26.55%
271	0.5	0.5	1000	0.001	32.93%	32.56%
272		0.6	1000	0.001	22.92%	19.42%
273		0.7	1000	0.001	26.54%	25.02%
274		0.8	1000	0.001	23.46%	23.27%
275		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
276	0.6	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
277		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
278		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
279		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
280		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
281	0.7	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
282		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
283		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
284		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
285		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
286	0.8	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
287		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
288		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
289		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
290		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
291	0.9	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
292		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
293		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
294	1.0	0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
295		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
296		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
297		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
298		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
299		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
300		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 41

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
301	0.1	0.5	1000	0.001	21.37%	19.42%
302		0.6	1000	0.001	22.08%	20.06%
303		0.7	1000	0.001	20.34%	18.99%
304		0.8	1000	0.001	17.79%	15.90%
305		0.9	1000	0.001	14.28%	11.98%
306	0.2	0.5	1000	0.001	19.66%	17.93%
307		0.6	1000	0.001	21.60%	19.11%
308		0.7	1000	0.001	29.84%	25.29%
309		0.8	1000	0.001	18.78%	18.96%
310		0.9	1000	0.001	23.21%	23.08%
311	0.3	0.5	1000	0.001	21.96%	20.42%
312		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
313		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
314		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
315		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
316	0.4	0.5	1000	0.001	20.75%	18.77%
317		0.6	1000	0.001	29.22%	27.93%
318		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
319		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
320		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
321	0.5	0.5	1000	0.001	25.48%	21.95%
322		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
323		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
324		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
325		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
326	0.6	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
327		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
328		0.7	1000	0.001	27.27%	25.18%
329		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
330		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
331	0.7	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
332		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
333		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
334		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
335		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
336	0.8	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
337		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
338		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
339		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
340		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
341	0.9	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
342		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
343		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
344		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
345		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
346	1.0	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
347		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
348		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
349		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
350		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 47

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
351	0.1	0.5	1000	0.001	27.88%	24.75%
352		0.6	1000	0.001	22.91%	20.51%
353		0.7	1000	0.001	34.66%	28.16%
354		0.8	1000	0.001	17.95%	15.90%
355		0.9	1000	0.001	15.35%	13.86%
356	0.2	0.5	1000	0.001	23.19%	20.68%
357		0.6	1000	0.001	26.33%	21.10%
358		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
359		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
360		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
361	0.3	0.5	1000	0.001	22.71%	20.02%
362		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
363		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
364		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
365		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
366	0.4	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
367		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
368		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
369		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
370		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
371	0.5	0.5	1000	0.001	32.37%	29.12%
372		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
373		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
374		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
375		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
376	0.6	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
377		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
378		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
379		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
380		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
381	0.7	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
382		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
383		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
384		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
385		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
386	0.8	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
387		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
388		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
389		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
390		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
391	0.9	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
392		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
393		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
394		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
395		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
396	1.0	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
397		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
398		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
399		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
400		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

- Uji coba dengan hidden node = 53

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
401	0.1	0.5	1000	0.001	28.64%	24.48%
402		0.6	1000	0.001	22.29%	19.08%
403		0.7	1000	0.001	20.27%	18.90%
404		0.8	1000	0.001	17.34%	15.27%
405		0.9	1000	0.001	15.26%	13.96%
406	0.2	0.5	1000	0.001	27.77%	24.47%
407		0.6	1000	0.001	21.02%	18.94%



Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
408		0.7	1000	0.001	33.49%	32.63%
409		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
410		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
411	0.3	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
412		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
413		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
414		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
415		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
416	0.4	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
417		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
418		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
419		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
420		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
421	0.5	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
422		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
423		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
424		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
425		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
426	0.6	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
427		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
428		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
429		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
430		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
431	0.7	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
432		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
433		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
434		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
435		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
436	0.8	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
437		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
438		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
439		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
440	0.9	0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
441		0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
442		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
443		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
444		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
445		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%
446	1.0	0.5	1000	0.001	74.43%	81.92%
447		0.6	1000	0.001	74.43%	81.92%
448		0.7	1000	0.001	74.43%	81.92%
449		0.8	1000	0.001	74.43%	81.92%
450		0.9	1000	0.001	74.43%	81.92%

**LAMPIRAN – C**  
**UJI COBA MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN**  
**UNTUK PREDIKSI BJB**

- Uji Coba dengan hidden node = 3

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
1	0.1	0.5	1000	0.001	7.26%	8.61%
2		0.6	1000	0.001	6.77%	8.37%
3		0.7	1000	0.001	6.75%	8.35%
4		0.8	1000	0.001	6.71%	8.35%
5		0.9	1000	0.001	6.41%	6.72%
6	0.2	0.5	1000	0.001	6.83%	8.30%
7		0.6	1000	0.001	6.63%	8.34%
8		0.7	1000	0.001	6.51%	8.31%
9		0.8	1000	0.001	6.42%	8.27%
10		0.9	1000	0.001	6.45%	8.34%
11	0.3	0.5	1000	0.001	7.63%	7.27%
12		0.6	1000	0.001	6.58%	8.64%
13		0.7	1000	0.001	6.83%	8.75%
14		0.8	1000	0.001	6.44%	8.2%
15		0.9	1000	0.001	7.12%	8.39%
16	0.4	0.5	1000	0.001	6.93%	8.18%
17		0.6	1000	0.001	7.09%	8.45%
18		0.7	1000	0.001	7.27%	8.52%
19		0.8	1000	0.001	7.27%	8.53%
20		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
21	0.5	0.5	1000	0.001	7.33%	7.48%
22		0.6	1000	0.001	7.28%	8.54%
23		0.7	1000	0.001	7.27%	8.53%
24		0.8	1000	0.001	7.27%	8.53%
25		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
26	0.6	0.5	1000	0.001	8.09%	6.87%
27		0.6	1000	0.001	8.92%	7.48%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
28	0.7	0.7	1000	0.001	10.45%	7.18%
29		0.8	1000	0.001	7.30%	7.46%
30		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
31		0.5	1000	0.001	8.25%	6.78%
32		0.6	1000	0.001	15.05%	12.48%
33		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
34		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
35		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
36	0.8	0.5	1000	0.001	10.15%	6.85%
37		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
38		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
39		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
40		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
41	0.9	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
42		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
43		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
44		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
45		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
46	1.0	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
47		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
48		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
49		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
50		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

- Uji Coba dengan hidden node = 7

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
51	0.1	0.5	1000	0.001	6.84%	8.27%
52		0.6	1000	0.001	6.86%	8.02%
53		0.7	1000	0.001	6.79%	8.34%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
54		0.8	1000	0.001	6.71%	8.38%
55		0.9	1000	0.001	6.50%	8.35%
56	0.2	0.5	1000	0.001	6.79%	8.27%
57		0.6	1000	0.001	6.70%	8.30%
58		0.7	1000	0.001	6.80%	8.26%
59		0.8	1000	0.001	6.61%	8.08%
60		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
61	0.3	0.5	1000	0.001	6.86%	8.22%
62		0.6	1000	0.001	6.81%	8.15%
63		0.7	1000	0.001	6.78%	8.32%
64		0.8	1000	0.001	6.91%	8.41%
65		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
66	0.4	0.5	1000	0.001	6.89%	8.29%
67		0.6	1000	0.001	6.98%	7.67%
68		0.7	1000	0.001	6.96%	8.23%
69		0.8	1000	0.001	7.21%	8.47%
70		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
71	0.5	0.5	1000	0.001	8.46%	12.06%
72		0.6	1000	0.001	6.41%	6.91%
73		0.7	1000	0.001	7.34%	7.48%
74		0.8	1000	0.001	11.40%	7.79%
75		0.9	1000	0.001	11.65%	8.01%
76	0.6	0.5	1000	0.001	13.67%	9.97%
77		0.6	1000	0.001	9.67%	7.44%
78		0.7	1000	0.001	10.25%	7.01%
79		0.8	1000	0.001	7.30%	7.46%
80		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
81	0.7	0.5	1000	0.001	20.66%	16.36%
82		0.6	1000	0.001	18.80%	15.22%
83		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
84		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
85		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
86	0.8	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
87		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
88		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
89		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
90		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
91	0.9	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
92		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
93		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
94		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
95		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
96	1.0	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
97		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
98		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
99		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
100		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

- Uji coba dengan hidden node = 11

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
101	0.1	0.5	1000	0.001	6.92%	7.89%
102		0.6	1000	0.001	7.28%	7.46%
103		0.7	1000	0.001	6.77%	8.33%
104		0.8	1000	0.001	6.75%	8.34%
105		0.9	1000	0.001	6.48%	8.33%
106	0.2	0.5	1000	0.001	6.73%	8.33%
107		0.6	1000	0.001	6.73%	8.19%
108		0.7	1000	0.001	6.79%	8.08%
109		0.8	1000	0.001	6.86%	7.85%
110		0.9	1000	0.001	7.28%	8.47%
111	0.3	0.5	1000	0.001	6.90%	7.75%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
112	0.4	0.6	1000	0.001	6.83%	8.49%
113		0.7	1000	0.001	6.87%	8.07%
114		0.8	1000	0.001	6.82%	7.94%
115		0.9	1000	0.001	7.28%	8.59%
116		0.5	1000	0.001	7.09%	7.92%
117		0.6	1000	0.001	6.85%	8.15%
118		0.7	1000	0.001	7.27%	8.53%
119		0.8	1000	0.001	7.21%	8.51%
120		0.9	1000	0.001	7.28%	8.54%
121	0.5	0.5	1000	0.001	8.62%	12.30%
122		0.6	1000	0.001	7.28%	8.54%
123		0.7	1000	0.001	7.30%	8.56%
124		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
125		0.9	1000	0.001	16.17%	22.27%
126	0.6	0.5	1000	0.001	12.96%	9.27%
127		0.6	1000	0.001	8.39%	7.95%
128		0.7	1000	0.001	9.51%	13.69%
129		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
130		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
131	0.7	0.5	1000	0.001	21.73%	17.39%
132		0.6	1000	0.001	7.50%	10.29%
133		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
134		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
135		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
136	0.8	0.5	1000	0.001	12.08%	17.32%
137		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
138		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
139		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
140		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
141	0.9	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
142		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
143		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
144	1.0	0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
145		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
146		0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
147		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
148		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
149		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
150		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

- Uji coba dengan hidden node = 15

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
151	0.1	0.5	1000	0.001	6.79%	8.53%
152		0.6	1000	0.001	6.79%	8.32%
153		0.7	1000	0.001	6.79%	8.31%
154		0.8	1000	0.001	6.76%	8.29%
155		0.9	1000	0.001	6.46%	8.34%
156	0.2	0.5	1000	0.001	8.45%	7.22%
157		0.6	1000	0.001	6.93%	7.79%
158		0.7	1000	0.001	6.82%	7.97%
159		0.8	1000	0.001	6.83%	8.23%
160		0.9	1000	0.001	7.11%	10.23%
161	0.3	0.5	1000	0.001	6.85%	8.13%
162		0.6	1000	0.001	6.77%	8.18%
163		0.7	1000	0.001	6.82%	8.05%
164		0.8	1000	0.001	9.59%	6.96%
165		0.9	1000	0.001	7.27%	8.53%
166	0.4	0.5	1000	0.001	7.46%	9.98%
167		0.6	1000	0.001	7.28%	8.56%
168		0.7	1000	0.001	6.63%	6.85%



Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
169		0.8	1000	0.001	6.90%	8.22%
170		0.9	1000	0.001	7.28%	8.46%
171	0.5	0.5	1000	0.001	8.92%	12.33%
172		0.6	1000	0.001	7.23%	8.48%
173		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
174		0.8	1000	0.001	11.33%	7.96%
175		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
176	0.6	0.5	1000	0.001	7.28%	8.79%
177		0.6	1000	0.001	9.04%	6.74%
178		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
179		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
180		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
181	0.7	0.5	1000	0.001	7.22%	9.17%
182		0.6	1000	0.001	17.89%	24.31%
183		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
184		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
185		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
186	0.8	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
187		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
188		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
189		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
190		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
191	0.9	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
192		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
193		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
194		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
195		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
196	1.0	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
197		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
198		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
199		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
200		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

- Uji coba dengan hidden node = 19

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
201	0.1	0.5	1000	0.001	6.81%	8.09%
202		0.6	1000	0.001	6.79%	8.29%
203		0.7	1000	0.001	6.79%	8.28%
204		0.8	1000	0.001	6.75%	8.28%
205		0.9	1000	0.001	6.30%	6.90%
206	0.2	0.5	1000	0.001	9.64%	7.53%
207		0.6	1000	0.001	6.79%	8.23%
208		0.7	1000	0.001	6.63%	8.23%
209		0.8	1000	0.001	6.60%	8.65%
210		0.9	1000	0.001	6.63%	7.77%
211	0.3	0.5	1000	0.001	7.13%	7.64%
212		0.6	1000	0.001	6.81%	7.97%
213		0.7	1000	0.001	6.83%	8.15%
214		0.8	1000	0.001	6.80%	8.21%
215		0.9	1000	0.001	7.21%	9.47%
216	0.4	0.5	1000	0.001	7.58%	7.06%
217		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
218		0.7	1000	0.001	7.30%	8.56%
219		0.8	1000	0.001	6.91%	7.64%
220		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
221	0.5	0.5	1000	0.001	8.81%	12.43%
222		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
223		0.7	1000	0.001	9.77%	6.95%
224		0.8	1000	0.001	11.40%	7.77%
225		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
226	0.6	0.5	1000	0.001	13.50%	9.90%
227		0.6	1000	0.001	11.63%	8.24%
228		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
229		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%

Uji Coba ke-	Learning Rate	Momentum	Epoch	Maks Error	Error Training	MAPE
230	0.7	0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
231		0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
232		0.6	1000	0.001	20.22%	15.97%
233		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
234		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
235		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
236	0.8	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
237		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
238		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
239		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
240		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
241	0.9	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
242		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
243		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
244		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
245		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%
246	1.0	0.5	1000	0.001	25.09%	20.67%
247		0.6	1000	0.001	25.09%	20.67%
248		0.7	1000	0.001	25.09%	20.67%
249		0.8	1000	0.001	25.09%	20.67%
250		0.9	1000	0.001	25.09%	20.67%

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Birgitta S. Kuspratiwi biasa dipanggil Birgitta, dilahirkan di Jakarta, 2 Agustus 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD. RA. Kartini Surabaya, SMP Santo Carolus Surabaya dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus dari sekolah menengah penulis meneruskan pendidikan di Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur

SNMPTN Undangan. Di Jurusan Sistem Informasi, penulis tertarik dengan bidang minat Sistem Pendukung Keputusan dan Inteligensia Bisnis. Semasa kuliah, penulis aktif tergabung dalam kegiatan organisasi mahasiswa, di antaranya sebagai staff Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI) pada tahun 2012/2013, staff volunteer Kementerian Hubungan Luar Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM ITS), Kepala Divisi Kemitraan Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI) pada tahun kepengurusan 2013/2014.

Penulis juga aktif dalam mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa hingga Tingkat Menengah (LKMM-TM). Selain itu, penulis juga senang mengikuti lomba karya tulis ilmiah, dengan beberapa prestasi yang didapatkan yaitu Juara III Kompetisi Karya Tulis Ilmiah (KKTI) Jurusan Sistem Informasi, Semifinalis Aseanpreneur ke-5 *Business Idea Canvas*, dan penerima hibah DIKTI Program Kreativitas Mahasiswa Kewirausahaan (PKM-K), dan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta (PKM-KC). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail [bskuspratiwi@gmail.com](mailto:bskuspratiwi@gmail.com)